



## **Projeto de Instalações Hidráulicas Prediais de Edifícios Multifamiliares e Serviços**

**SOFIA DAVID RIBEIRO ALVES**

novembro de 2017

# **PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES E DE SERVIÇOS**

SOFIA DAVID RIBEIRO ALVES

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE INFRAESTRUTURAS**

Orientador: Eduardo Bruno de Freitas Vivas

Supervisor: Marta Sofia de Oliveira Rocha de Almeida (ASL & Associados)

**OUTUBRO DE 2017**



# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo .....	v
Abstract.....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Capítulo 1    Introdução .....	1
Capítulo 2    Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano .....	5
Capítulo 3    Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Domésticas.....	21
Capítulo 4    Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Pluviais .....	41
Capítulo 5    Materiais e Dispositivos Utilizados nas Redes.....	59
Capítulo 6    Casos de Estudo .....	73
Capítulo 7    Considerações Finais.....	113
Referências Bibliográficas .....	115





## RESUMO

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito do estágio realizado na empresa António Santos Lessa & Associados, no âmbito da unidade curricular de DIPRE do Mestrado em Engenharia Civil.

O estágio decorreu no departamento de hidráulica da empresa e incidiu sobre a realização de projetos de instalações hidráulicas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais e pluviais em edifícios multifamiliares e de serviços, tendo sido levados a cabo um total de 9 projetos distintos.

Atendendo a que, durante o estágio, se fomentou a consolidação de conceitos e a diversificação do tipo de edifícios analisados, sistematiza-se, no presente relatório, a informação teórica mais relevante, destacando-se: (i) as regras para a definição correta e otimizada de um traçado de qualquer tipo de rede, (ii) algumas disposições construtivas e (iii) os principais critérios de dimensionamento. Por outro lado, como o dimensionamento foi levado a cabo com o apoio de folhas de cálculo desenvolvidas pela empresa, foi, igualmente, detalhado o tipo de informação que, posteriormente, teve de ser analisado e tratado para utilização das folhas de cálculo de forma simples e cumprindo todas as disposições regulamentares.

Por fim, são apresentados os casos de estudo desenvolvidos ao longo do estágio, sendo feita uma descrição mais detalhada de três projetos de redes prediais em edifícios multifamiliares. Para esses casos, são descritas algumas especificidades que, por apresentarem dificuldades acrescidas e pormenores de relevo que foi necessário ultrapassar, foram considerados representativos do tipo de trabalho realizado no presente estágio.

**Palavras-chave:** projeto, redes prediais, abastecimento, drenagem, águas residuais domésticas, águas residuais pluviais.



## **ABSTRACT**

This report was developed as part of the internship held at António Santos Lessa & Associados, within the framework of the DIPRE course of the Master in Civil Engineering.

The internship took place in the hydraulics department, and focused on the realization of hydraulic water pipe supply projects and drainage of wastewater and rainwater in multifamily buildings and services, and carried out a total of 9 different projects.

Given that the consolidation of concepts and the diversification of the type of buildings analyzed were fostered during the internship, the most relevant theoretical information was systematized in this report, highlighting: (i) the rules for the correct definition of the network plan layout and (ii) some constructive arrangements and (iii) the main sizing criteria. On the other hand, as the sizing was carried out with the support of spreadsheets developed by the company, it was also detailed the type of information that later had to be analyzed and treated to use the spreadsheets in a simple way and complying with all regulations.

Finally, the case studies developed during the internship are presented, and a more detailed description of two projects of building water pipe networks in multifamily buildings is presented. For these cases, some specificities have been described which, because they presented greater difficulties and important details that were necessary to overcome, were considered representative of the type of work performed in the present internship.

**Keywords:** design, building networks, water supply, drainage, wastewater, rainwater.



## **AGRADECIMENTOS**

Com a finalização deste relatório de estágio, fecha-se mais um ciclo, do qual tenho a agradecer em primeiro lugar, ao meu orientador, Engenheiro Eduardo Vivas, por toda a preocupação, profissionalismo e dedicação. À empresa ASL & Associados, pela oportunidade de estágio. A toda equipa da ASL, pelo acolhimento e companheirismo, à Marta e à Daniela pela incansável transmissão de conhecimentos e paciência. Ao Pedro, por todo o apoio, paciência, carinho e motivação, indispensáveis para finalizar este ciclo. À família, em especial aos meus pais, por toda a liberdade, confiança e apoio incondicional. Por fim, mas não menos importante, aos amigos que tornaram esta jornada inesquecível.



# ÍNDICE DE TEXTO

Capítulo 1	Introdução .....	1
1.1	Considerações Iniciais .....	1
1.2	Objetivos .....	1
1.3	Entidade de Acolhimento .....	2
1.4	Estrutura do Relatório .....	3
Capítulo 2	Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano .....	5
2.1	Conceção Geral dos Sistemas Prediais .....	5
2.2	Tipos de Abastecimento .....	7
2.3	Disposições Construtivas .....	8
2.4	Regras de Dimensionamento .....	9
2.4.1	Determinação do Caudal de Cálculo .....	10
2.4.2	Determinação de Diâmetros .....	11
2.4.3	Determinação de Perdas de Carga .....	14
2.4.4	Pressões .....	17
2.5	Folha de Cálculo .....	18
Capítulo 3	Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Domésticas .....	21
3.1	Conceção Geral .....	21
3.2	Tipos de Sistemas de Drenagem .....	23
3.3	Disposições Construtivas .....	25
3.4	Regras de Dimensionamento .....	28
3.4.1	Determinação do Caudal de Cálculo .....	28



3.4.2	Determinação do Diâmetro dos Ramais de Descarga .....	32
3.4.3	Determinação do Diâmetro dos Tubos de Queda .....	34
3.4.4	Determinação do Diâmetro dos Coletores.....	36
3.4.5	Determinação do Diâmetro do Ramal de Ligação .....	36
3.5	Folha de Cálculo .....	37
Capítulo 4	Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Pluviais .....	41
4.1	Conceção Geral .....	41
4.2	Tipos de Drenagem Pluvial .....	43
4.3	Disposições Construtivas .....	43
4.4	Regras de Dimensionamento .....	44
4.4.1	Determinação de Caudais de Cálculo.....	44
4.4.2	Determinação da Secção das Caleiras.....	47
4.4.3	Determinação do Diâmetro dos Ramais de Descarga .....	49
4.4.4	Determinação da Secção dos Tubos de Queda .....	50
4.4.5	Determinação de Diâmetros de Coletores.....	51
4.4.6	Determinação do Diâmetro do Ramal de Ligação .....	51
4.5	Folha de Cálculo .....	52
4.6	Drenagem de Águas Freáticas .....	55
4.7	Aproveitamento das Águas Pluviais .....	57
Capítulo 5	Materiais e Dispositivos Utilizados nas Redes.....	59
5.1	Materiais de Tubagens .....	59
5.1.1	PVC (Policloreto de Vinilo) .....	60
5.1.2	PVC-C (Policloreto de Vinilo Clorado).....	61
5.1.3	PEAD (polietileno de alta densidade).....	62
5.1.4	PE-X.....	63
5.1.5	PP (Polipropileno) .....	64
5.1.6	Multicamadas .....	65

5.1.7	Aço.....	66
5.1.8	Aço Inoxidável.....	66
5.1.9	Quadro Síntese .....	67
5.2	Sistemas de Bombagem .....	68
5.2.1	Descrição / Utilização .....	68
5.2.2	Características da Bomba.....	69
Capítulo 6	Casos de Estudo .....	73
6.1	Projeto C .....	75
6.1.1	Descrição do Edifício.....	75
6.1.2	Projeto de Abastecimento de Água .....	76
6.1.3	Projeto de Drenagem de Águas Residuais .....	83
6.1.4	Projeto de Drenagem de Águas Pluviais .....	87
6.2	Projeto F .....	89
6.2.1	Descrição do Edifício.....	89
6.2.2	Projeto de Abastecimento de Água .....	90
6.2.3	Projeto de Drenagem de Águas Residuais .....	93
6.2.4	Projeto de Drenagem de Águas Pluviais .....	99
6.3	Projeto H .....	103
6.3.1	Descrição do Edifício.....	103
6.3.2	Projeto de Abastecimento de Água .....	104
6.3.3	Projeto de Drenagem de Águas Residuais .....	106
6.3.4	Projeto de Drenagem de Águas Pluviais .....	109
Capítulo 7	Considerações Finais.....	113
7.1	Conclusões .....	113
7.2	Desenvolvimentos Futuros .....	113
Referências Bibliográficas	.....	115



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Exemplo de rede de distribuição de água. ....	6
Figura 2.2. – Esquema resumo para o dimensionamento de uma rede de abastecimento predial de água. .....	10
Figura 2.3. – Caudal de cálculo em função do caudal acumulado, para um nível de conforto médio [2]..	12
Figura 2.4. – Esquema resumo das perdas de carga. ....	15
Figura 2.5. – Folha de cálculo de abastecimento de água, página de dimensionamento da rede de água quente. ....	19
Figura 2.6. - Folha de cálculo de abastecimento de água, página de dimensionamento da rede de água quente. ....	20
Figura 3.1. – Exemplo de sistema de drenagem de águas residuais .....	22
Figura 3.2. – Exemplo de sistema de drenagem de águas residuais. ....	22
Figura 3.3. – Sistema de drenagem gravítica. ....	24
Figura 3.4. – Sistema de drenagem misto. ....	25
Figura 3.5. – Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados. [1] .....	30
Figura 3.6. – Distância máxima admissível entre o sifão e a secção ventilada. [1] .....	32
Figura 3.7. – Diâmetro de ramais de descarga coletivos e individuais. ....	34
Figura 3.8. – Folha de cálculo para a drenagem de águas residuais, página de dimensionamento dos tubos de queda. ....	38
Figura 3.9. - Folha de cálculo para a drenagem de águas residuais, página de dimensionamento de coletores enterrados. ....	39
Figura 3.10. - Folha de cálculo para a drenagem de águas residuais, página de dimensionamento de coletores suspensos. ....	39

Figura 4.1. – Exemplo de sistema de drenagem de águas pluviais. ....	42
Figura 4.2. – Exemplo de sistema de drenagem de águas pluviais e freáticas. ....	42
Figura 4.3. – Zonas pluviométricas [3].....	46
Figura 4.4. – Caleira de secção semicircular. ....	48
Figura 4.5. – Caleira de secção retangular. ....	49
Figura 4.6. – Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de caleiras circulares. ....	52
Figura 4.7. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de caleiras retangulares. ....	53
Figura 4.8. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de tubos de queda circulares. ....	54
Figura 4.9. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de tubos de queda retangulares. ....	54
Figura 4.10. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de coletores. .....	55
Figura 4.11. – Rede de drenos. ....	56
Figura 4.12. – Exemplo de um sistema de aproveitamento de águas pluviais.....	57
Figura 5.1. – Tubagem de PVC.....	61
Figura 5.2. – Tubagem PEAD [8] .....	62
Figura 5.3. – Tubagem PE-X. [9] [10] .....	63
Figura 5.4. – Tubagem PE-X, embainhada. [11] .....	64
Figura 5.5. -.Tubagem de PP. ....	65
Figura 5.6. – Tubagem de multicamada (PE-AL-PE). [12].....	66
Figura 5.7. – Tubagem de aço inoxidável [13] .....	67
Figura 5.8. – Curva característica de um sistema de bombagem e curva característica de instalação. ....	70
Figura 5.9. – Curvas caraterísticas de uma bomba. ....	71
Figura 5.10. – Exemplo de dimensionamento de sistema de bombagem para águas residuais domésticas. .....	72

Figura 6.1.- Localização. ....	75
Figura 6.2. – Zona comum dos dois edifícios. ....	76
Figura 6.3. – Piso 0, possíveis localizações para colunas de abastecimento. ....	77
Figura 6.4. – Mudança de direção de uma coluna. ....	78
Figura 6.5. – Localização da coluna dos serviços comuns (SC) ....	78
Figura 6.6. – Localização do nicho de contadores. ....	79
Figura 6.7. – Vista Isométrica da rede de abastecimento de água. ....	79
Figura 6.8. – Dimensionamento da rede de água quente. ....	80
Figura 6.9. – Dimensionamento da rede de abastecimento de água fria, desnível negativo. ....	81
Figura 6.10. - Dimensionamento da rede de abastecimento de água fria, desnível positivo. ....	82
Figura 6.11. – Pressão da rede pública na localização do edifício. ....	82
Figura 6.12. – Piso 1, possíveis locais para colocar os tubos de queda. ....	84
Figura 6.13. – Tubos de queda existentes no edifício, piso 0. ....	85
Figura 6.14. – Drenagem dos tubos de queda por rede suspensa de coletores. ....	85
Figura 6.15. – Drenagem do piso -1. ....	86
Figura 6.16. – Drenagem de águas pluviais na cobertura. ....	87
Figura 6.17. – Drenagem piso -1. ....	88
Figura 6.18. – Conciliação de sistemas de drenagem. ....	89
Figura 6.19. – Localização do edifício ....	89
Figura 6.20. – Distâncias a cumprir entre as redes de água fria e as redes de água quente ....	91
Figura 6.21. – Quartos de banho piso 3. ....	92
Figura 6.22. – Traçado da rede de abastecimento em zona de ligação a dispositivos. ....	92
Figura 6.23. – Subida da rede de águas quente e descida da rede de água fria. ....	93
Figura 6.24. – Traçado de ramais de descarga e de ligação às caixas de pavimento e tubos de queda. ...	94
Figura 6.25. – Piso 2 ....	95
Figura 6.26. – Desvio dos tubos de queda pelo teto do piso 0. ....	96
Figura 6.27. – Drenagem do piso 0, fração B. ....	97

Figura 6.28. – Drenagem de águas residuais produzidas a nível inferior ao arruamento. ....	98
Figura 6.29. – Drenagem de cobertura.....	100
Figura 6.30. – Drenagem de águas pluviais .....	101
Figura 6.31. – Drenagem de águas abaixo do nível do arruamento. ....	102
Figura 6.32. – Localização do edifício .....	103
Figura 6.33. -Colunas de abastecimento de água.....	104
Figura 6.34. -Abastecimento dos pisos 2 e 3. ....	105
Figura 6.35. – Sistema de drenagem de águas residuais, piso 2. ....	106
Figura 6.36. – Drenagem do piso 1 .....	107
Figura 6.37. - Sistema de drenagem de águas residuais, piso 1.....	108
Figura 6.38. – Drenagem de águas pluviais nos pisos de cobertura. ....	109
Figura 6.39. – Drenagem de águas pluviais, entrada do edifício. ....	110
Figura 6.40. – Drenagem da zona de jardim .....	110

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2-1. - Caudais mínimos [1]. .....	11
Tabela 2-2. – Valores de rugosidade absoluta para diferentes tubagens. ....	17
Tabela 3-1. – Caudais de carga de cada aparelho e diâmetro mínimo do seu ramal de descarga. [1] .....	29
Tabela 3-2. – Coeficientes de rugosidade. ....	34
Tabela 3-3. – Diâmetro dos tubos de queda e respetiva taxa de ocupação máxima [1] .....	35
Tabela 4-1. – Coeficientes de escoamento para diferentes tipos de superfície. ....	45
Tabela 4-2. – Parâmetros a e b [1] .....	46
Tabela 5-1. – Quadro Síntese de tubagens .....	68





# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este relatório do estágio realizado na empresa ASL & Associados, pretende descrever os temas estudados, aprofundados e aplicados durante este período, etapa final que permite obter o grau de Mestre em Engenharia Civil.

Esta oportunidade permitiu estabelecer contato com uma empresa que desenvolve trabalho em várias áreas da Engenharia Civil, nomeadamente, estruturas de betão, estruturas metálicas, instalações hidráulicas (redes de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e águas pluviais), gás, desempenho térmico, segurança contra o risco de incêndio e acústica de edifícios.

Desenvolver o estágio numa empresa com esta dimensão, permitiu adquirir conhecimentos e experiência na área de projetos hidráulicos, através do acompanhamento e elaboração de diversos projetos de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais. Os projetos elaborados serão apresentados neste relatório no capítulo correspondente.

### 1.2 OBJETIVOS

A realização do estágio em contexto empresarial terá como principal objetivo a integração do aluno no mercado de trabalho e proporcionar-lhe experiências e desafios que permitam consolidar o máximo de conhecimentos adquiridos ao longo da sua formação académica.

A execução de projetos de instalações hidráulicas prediais de edifícios multifamiliares e serviços, de forma autónoma é o principal objetivo deste estágio. A concretização deste tipo de projetos abarca projetos de abastecimento de água e drenagem de águas residuais e pluviais. A elaboração de cada qual contem peças desenhadas em AutoCAD, peças escritas, notas de cálculo, condições técnicas e mapas de trabalhos e quantidades.

### 1.3 ENTIDADE DE ACOLHIMENTO

A ASL & Associados, Lda. é uma empresa vocacionada na área de projetos e consultoria em Engenharia Civil. Foi fundada em 2006 pelo Eng.º António Lessa e desde então, baseia a sua estratégia na oferta de um serviço global de engenharia, nomeadamente consultoria e assistência ao Dono de Obra, elaboração de estudos e projetos multidisciplinares, assim como todas as atividades inerentes à fiscalização e gestão de obra.

A empresa possui uma adequada combinação de conhecimentos técnicos, metodologias e experiências, que assegura aos seus clientes a satisfação das suas necessidades. Possui uma equipa experiente, responsável e multidisciplinar, o que permite uma boa integração na equipa de trabalho.

Apresentam-se em seguida as áreas de intervenção da ASL & Associados, Lda.:

- **Projetos e Revisão de Projetos de Especialidades:** fundações; estruturas de betão; estruturas metálicas; instalações hidráulicas; instalações elétricas; deteção e intrusão; ITED; AVAC; segurança contra risco de incêndio (incluindo 3ª e 4ª categorias de risco); projetos de energias renováveis; ventilação natural e mecânica; condicionamento acústico; comportamento térmico; terraplenagens, pavimentações e arruamentos; redes de gás e medidas de autoproteção.
- **Gestão e Fiscalização de Obras:** estudos de viabilidade; estudos de implementação / construção; análise técnica e económico-financeira; análise de soluções alternativas; gestão e fiscalização de empreendimentos; peritagens e pareceres; estudo de reabilitação de obras.
- **Certificação Energética:** emissão de pré-certificados e certificados energéticos elaborados por peritos qualificados que dão acompanhamento aos processos de certificação energética.
- **Ensaio Acústicos:** realizam-se as seguintes medições: isolamento sonoro a sons de condução aérea; isolamento sonoro a sons de percussão; isolamento sonoro a sons de condução aérea em fachadas; tempo de reverberação de compartimentos; ruído particular de equipamentos; ruído ambiente; critério de incomodidade.
- **House Check-up:** elaboração um relatório detalhado onde apresenta as evidências do levantamento exaustivo efetuado e onde apresenta possíveis medidas de correção para eliminação ou diminuição de problemas. São realizados os seguintes ensaios: deteção de fugas de gás; termografia (com recurso a câmara); ensaios acústicos; certificação energética; ensaios de carga em instalações hidráulicas.

## **1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

O relatório da unidade curricular Dissertação/Projeto/Estágio (DIPRE) encontra-se dividido em cinco capítulos, estes subdivididos em subcapítulos, nos quais está descrito todo o trabalho de pesquisa e desenvolvimento realizados no âmbito do estágio.

### **Capítulo I – Introdução**

De carácter introdutório, este capítulo tem como objetivo descrever de forma superficial aquilo que será desenvolvido ao longo do relatório. Este capítulo divide-se em três subcapítulos: considerações iniciais, entidade de acolhimento, objetivos e estrutura do relatório.

### **Capítulo II – Sistemas de abastecimento de Água para Consumo Humano**

Neste capítulo, aborda-se os sistemas de abastecimento de água para consumo humano, reportando os tipos de abastecimentos existentes, as suas disposições construtivas e as regras de dimensionamento de acordo com o regulamento em vigor.

### **Capítulo III – Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Domésticas**

Os sistemas de drenagem de águas residuais são abordados neste capítulo, explicando o seu funcionamento, as disposições construtivas, tipos de sistemas existentes e regras de dimensionamento.

### **Capítulo IV – Sistemas de Drenagem de Águas Residuais Pluviais**

Este capítulo é dedicado aos sistemas de drenagem de águas pluviais, dando a conhecer a sua conceção geral, as disposições construtivas a cumprir e as regras de dimensionamento de acordo com o regulamento em vigor.

### **Capítulo V – Materiais e Dispositivos Utilizados na Rede**

No capítulo V, são mencionados os materiais mais comuns nos sistemas hidráulicos de abastecimento e drenagem predial, mencionando as suas peculiaridades e diferentes usos. Neste capítulo os sistemas de bombagem também são abordados, devido à sua frequente utilização na elevação de águas e drenagem de águas residuais domésticas e pluviais.

### **Capítulo VI – Casos de Estudo**

Neste capítulo são apresentados de forma breve todos os projetos elaborados no decorrer do estágio. Três desses projetos são abordados de forma aprofundada para que seja possível explicar com exemplos, as peculiaridades e pormenores importantes da elaboração de projetos hidráulicos, que de outra forma seria difícil de explicar.

## **Capítulo VI – Conclusão**

Neste capítulo encontram-se a reflexão do trabalho realizado na empresa, descrevendo as principais conclusões retiradas do estágio e do desenvolvimento deste relatório.

No final do presente documento, encontram-se todos os Anexos considerados essenciais para a elaboração e acompanhamento do Relatório de Estágio.

## CAPÍTULO 2

### SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

#### 2.1 CONCEÇÃO GERAL DOS SISTEMAS PREDIAIS

A necessidade levou à evolução dos sistemas prediais de abastecimento de água, permitindo que fossem desenvolvidos critérios e métodos eficazes para a criação dos traçados, assim como para o seu dimensionamento. A maioria desta informação neste momento pode ser encontrada na legislação e em manuais que servem de apoio à legislação e para resolver situações não contempladas pela mesma. O regulamento que se encontra em vigor é o Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais [1]. O livro que serviu de apoio a este relatório, principalmente na parte de cálculo foi o “Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas” de Vítor Pedroso [2].

Ao longo deste relatório os casos assim como todas as restantes diretrizes, que vão ser apresentadas estão contextualizados num ambiente mais urbano, nomeadamente a baixa do porto. Esta zona é abastecida pela empresa Águas do Porto.

A elaboração de um sistema predial de abastecimento de água divide-se em duas fases, inicialmente no desenho do traçado do sistema e depois o seu dimensionamento. Na elaboração do traçado é necessário ter em conta as características do edifício, assim como da rede que o vai abastecer, tendo sempre em vista o cumprimento do regulamento em vigor. O dimensionamento da rede tem de ser feito de acordo com o regulamento em vigor e tem como principal objetivo determinar os diâmetros necessários nas diferentes zonas do traçado garantindo a pressão adequada.

A ligação da rede pública de abastecimento de água até ao dispositivo de utilização mais distante é efetuada através de diversos elementos que constituem a rede de distribuição, como se pode ver na Figura 2.1.

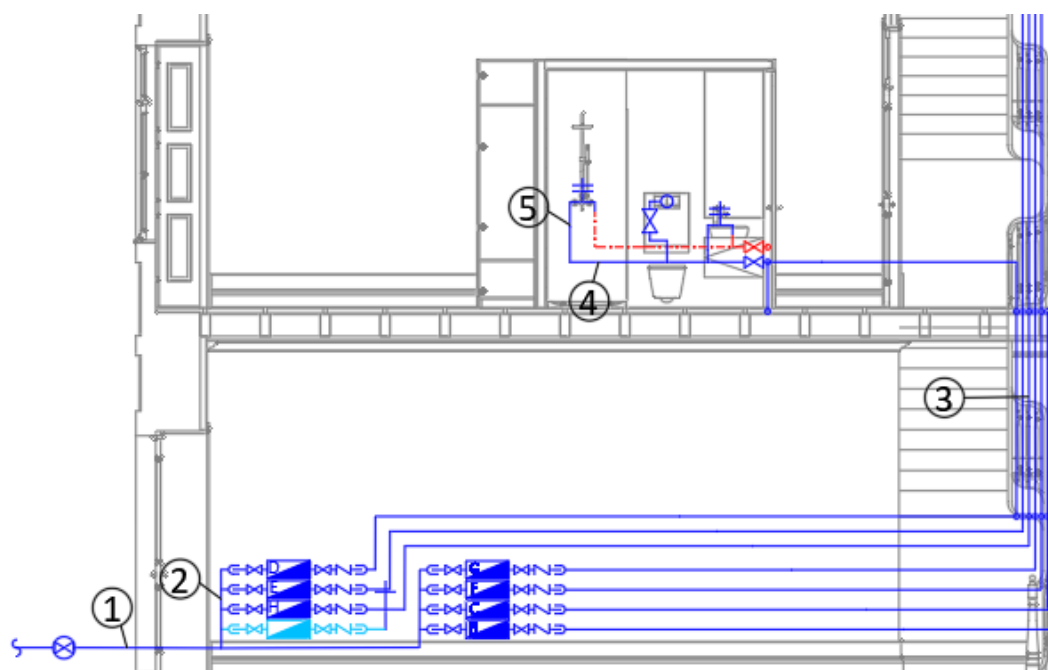


Figura 2.1 – Exemplo de rede de distribuição de água.

Na Figura 2.1 estão representados os componentes que constituem a rede de distribuição de água predial, em que:

- ① **Ramal de Ligação:** canalização que faz a ligação da rede pública à privada, até ao limite da propriedade.
- ② **Ramal de introdução (coletivo e individual):** o ramal de introdução coletivo é a tubagem compreendida entre o limite da propriedade e os ramos individuais de introdução de cada fração. O ramal de introdução individual é a canalização deste o ramal de introdução coletivo e os contadores individuais de cada fração. Se a alimentação for apenas destinada a uma habitação, o ramal de introdução individual é a canalização entre o limite predial e o contador.
- ③ **Coluna:** canalização que fica na vertical ou a fazer a subida de pisos, pode pertencer ao ramal de introdução ou de distribuição.
- ④ **Ramal de distribuição:** é a tubagem que vai desde os contadores até ao ramal de alimentação.
- ⑤ **Ramal de alimentação:** tubagem compreendida entre o ramal de distribuição e o dispositivo a alimentar.

O abastecimento de água de um sistema predial, normalmente, é feito por ligação à rede de distribuição pública. A ligação é feita através do ramal de ligação, que é de responsabilidade da entidade gestora do sistema de distribuição de água pública.

Na realização de um projeto de abastecimento hidráulico é fundamental saber a localização da conduta no exterior assim como a localização do contador, pois é nesse ponto que se inicia a rede de distribuição predial. O sistema predial de abastecimento, deve garantir que a água chega a todos os dispositivos, com a qualidade e pressão mínima necessária para o uso a que se destina.

Todos os edifícios novos, ou que sejam alvo de remodelações ou ampliações têm de ter rede predial de abastecimento de água de acordo com o regulamento, independentemente da existência ou não das redes públicas de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais à data. A ligação a rede pública de abastecimento de água e drenagem de águas residuais, caso esta exista é obrigatória. Se ainda não existir, toda a rede deve ser executada para que no futuro possa ser ligada a rede pública facilmente. [1]

Quando o abastecimento de água é feito tanto com recurso à rede pública como a outra fonte (furo ou poço), deve ser garantido que o abastecimento feito através da rede pública fica sempre independente de outro sistema de adução de forma a evitar a contaminação da água potável proveniente da rede pública. [1]

No início da elaboração de um projeto de abastecimento hidráulico é necessário saber: se existe rede pública de abastecimento de água; qual a pressão disponível no ramal de ligação; se será necessário bombear água para os pisos mais elevados (no caso de a pressão disponível ser insuficiente ou de ser um edifício com número elevado de pisos); a utilização tipo do edifício; se existirá rede de combate a incêndios; pensar no sistema de abastecimento de água quente mais eficiente para o edifício. No caso de se tratar de uma remodelação ou ampliação, verificar se as canalizações se encontram em bom estado de conservação, se podem ser usadas e se aguentam com o novo caudal de ponta e pressão. Todas estas informações são de grande relevância para se elaborar um projeto coerente e de encontro com as necessidades do cliente e eficiente do ponto de vista técnico-económico.

## **2.2 TIPOS DE ABASTECIMENTO**

No abastecimento de água predial nem sempre a rede pública chega ao edifício com a pressão e caudal necessários para alimentar toda a rede de forma a conseguir garantir as condições apropriadas para a sua utilização.

Outrora, fazia sentido dividir os sistemas em diretos e indiretos. Diretos se a rede fornecesse as condições de pressão e caudal necessárias para o funcionamento adequado de uma rede, sem ser necessário recorrer a um sistema de bombagem e/ou reservatório para alcançar as pressões e caudais necessários ao abastecimento da rede. Os sistemas indiretos englobavam todas as outras formas que servissem para colmatar as características necessárias ao abastecimento predial, mas que não existissem na rede de abastecimento pública. No entanto, devido à rede pública de abastecimento de água ter passado a ser



potável, houve a necessidade de acabar com todas as possíveis fontes de contágio da mesma e melhorar as características de caudal e pressão da rede. Por isso todas as formas de armazenamento de água, nomeadamente os reservatórios, foram proibidas e o abastecimento passou todo ele a ser feito de forma direta às redes prediais. [2]

A rede pública passou a ter melhores condições de caudal e pressão, no entanto, para edifícios mais elevados ou com condições de abastecimento especial a rede pública pode ser insuficiente. Para resolver esses casos, são colocados grupos de bombagem em zonas estratégicas para garantir a pressão e caudal necessários nas zonas críticas. Os grupos de bombagem serão abordados no capítulo 5.2.

## 2.3 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As redes de abastecimento de águas podem ser colocadas com diferentes disposições no que se refere a sua localização. As canalizações podem ficar colocadas nos pavimentos, embutidas nas paredes, instaladas no teto ou instaladas à vista. Em redes prediais novas, o mais comum é serem colocadas embutidas nas paredes, a cerca de 0.5 m de altura, e quando necessário colocadas no chão.

Em arranjos e novas canalizações em construções já existentes por vezes é comum as canalizações ficarem à vista. Nestes casos é necessário ter em conta o material escolhido para a tubagem, porque, tem de ser resistente à radiação solar, normalmente optasse por colocar tubagem metálica. No RGSPDADAR [1] e no Manual [2] são descritas algumas regras e recomendações que devem ser levadas em conta no momento de montagem da tubagem, nomeadamente:

- Nas redes de distribuição com canalizações interiores com tubagem à vista, a sua fixação deve ser adequada ao diâmetro e peso da tubagem. Deve ter em conta as velocidades máximas esperadas no escoamento de modo a não haver transmissão de vibrações para o suporte da tubagem, evitando assim problemas no mesmo.
- As canalizações interiores podem ser instaladas em galerias técnicas / pisos técnicos desde que o mesmo seja acessível e devidamente arejado e iluminado. No entanto o mais comum em construções novas é serem instaladas em coretes. O acesso as coretes deve ser possível em cada piso, as tubagens devem estar devidamente fixadas através de acessórios adequados e deve ser possível aceder a cada tubagem de forma individual, em caso de ser preciso fazer alguma inspeção ou reparação.
- As tubagens que são embutidas no pavimento devem ser adequadas para esse efeito, pois ficam sujeitas a cargas e ficam rodeadas de materiais mais agressivos.

- Em canalizações embutidas é necessário ter em atenção que as mesmas não devem ficar revestidas com materiais agressivos nem com um recobrimento inferior a 2cm.

Numa fase anterior, na altura de conceção do traçado, é recomendado seguir algumas recomendações:

- Desenhar o traçado com a menor extensão possível sem atravessar elementos estruturais.
- A rede de abastecimento não deve ter um traçado em série, mas sim em paralelo para permitir que caso alguma conduta se rompa, seja possível cortar o abastecimento somente a uma parte da rede e não à sua totalidade, permitindo o normal abastecimento na restante rede.
- O traçado deve ser o mais retilíneo possível, tanto na vertical como na horizontal e ter uma inclinação mínima de 0.5% e de máxima 1.5% nas tubagens horizontais.
- Todas as zonas de ligação devem ser feitas com recurso a acessórios adequados.
- Deve ser mantida a ortogonalidade e paralelismo em relação a paredes e pavimentos.
- Em zonas em que o abastecimento é de água quente e água fria, a canalização da água quente deve ficar por cima da canalização da água fria e afastadas a uma distância mínima de 5 cm.
- As tubagens que se encontram à vista devem estar devidamente identificadas, com indicação de qual o líquido que circula no seu interior, material de tubagem, pressão, etc.
- Os isolamentos utilizados nas tubagens, devem ter um bom desempenho no que respeita a incombustibilidade e degradação.

Todas as regras e boas práticas que se referem a ortogonalidade e paralelismo entre tubagens são aplicáveis a todas as tubagens que sejam rígidas.

## 2.4 REGRAS DE DIMENSIONAMENTO

As regras de dimensionamento encontram-se presentes no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais, no “Título III: Sistemas de distribuição Predial de Água”. Nesta parte do regulamento estão descritas as regras: de traçado, de cálculo, de instalação, natureza de materiais, elementos da rede, entre outros aspetos importantes à elaboração de um projeto de abastecimento predial de água. O regulamento refere ainda os elementos base a considerar no cálculo de uma rede de abastecimento, tais como o caudal mínimo a considerar em cada dispositivo

quer para o abastecimento de água quente como de água fria (anexo IV), formas de determinação do caudal de cálculo (anexo V) e os limites de velocidades e pressões aceitáveis. Figura 2.2, descreve o processo que está por detrás do dimensionamento predial de uma rede de abastecimento de água, de forma esquemática e resumida. [1]

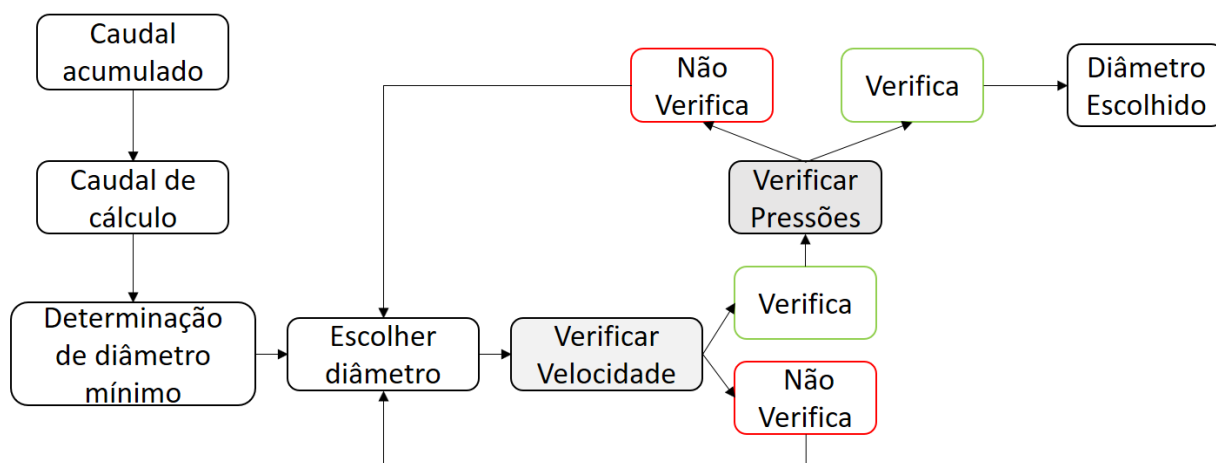


Figura 2.2. – Esquema resumo para o dimensionamento de uma rede de abastecimento predial de água.

Escolhido o diâmetro, é necessário verificar se a velocidade se encontra dentro dos valores regulamentares, se estiver, passa-se à verificação da pressão, se não verificar escolhe-se outro diâmetro. A pressão no troço em estudo, também deve seguir os valores regulamentares, se não verificarem este requisito deve ser escolhido outro diâmetro.

#### 2.4.1 Determinação do Caudal de Cálculo

O caudal de cálculo é obtido através do somatório dos caudais instantâneos a considerar em cada dispositivo. O cálculo da rede, começa normalmente no ponto mais afastado do traçado. Vai sendo feito o somatório dos caudais mínimos a considerar em cada dispositivo presente em cada troço, e depois o somatório dos caudais de cada troço até ao contador. Na Tabela 2-1, são apresentados os caudais mínimos a considerar em cada tipo de dispositivo.

Tabela 2-1. - Caudais mínimos [1].

<b>Dispositivos:</b>	<b>Caudais Mínimos: (l/s)</b>
Lavatório individual	0.10
Lavatório coletivo (por bica)	0.05
Bidé	0.10
Banheira	0.25
Chuveiro individual	0.15
Pia de despejo com $\varnothing 15$ mm	0.15
Autoclismo de bacia de retrete	0.10
Mictório com torneira individual	0.15
Pia lava-loiça	0.20
Bebedouro	0.10
Máquina lava-loiça	0.15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0.20
Bacia de retrete ou fluxómetro	1.50
Mictório com fluxómetro	0.50
Boca de rega ou de lavagem de $\varnothing 15$ mm	0.30
Boca de rega ou de lavagem de $\varnothing 20$ mm	0.45
Máquinas Industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações dos fabricantes

#### 2.4.2 Determinação de Diâmetros

O diâmetro de cada troço é obtido pelo caudal acumulado afetado do coeficiente de simultaneidade. O fator de simultaneidade é a razão entre o caudal simultâneo máximo previsível (caudal de cálculo) e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através de uma dada secção. [2] O fator de simultaneidade, baseia-se no princípio de que os dispositivos existentes não vão estar em funcionamento todos aos mesmo tempo, e por isso o caudal de cálculo é a minoração do caudal acumulado, para evitar o sobredimensionamento da rede. Existem vários métodos para o cálculo deste fator, mas o referenciado no RGSPDADAR é o Método Delebecque.

O método Delebecque tem em conta três níveis distintos de conforto, o conforto mínimo, o conforto normal e o conforto máximo. Cada um dos níveis de conforto tem um gráfico que transforma os caudais

acumulados em caudais de cálculo. Normalmente para o dimensionamento é utilizado o gráfico do conforto normal a menos que o projeto exija outra categoria superior, representado na Figura 2.3.

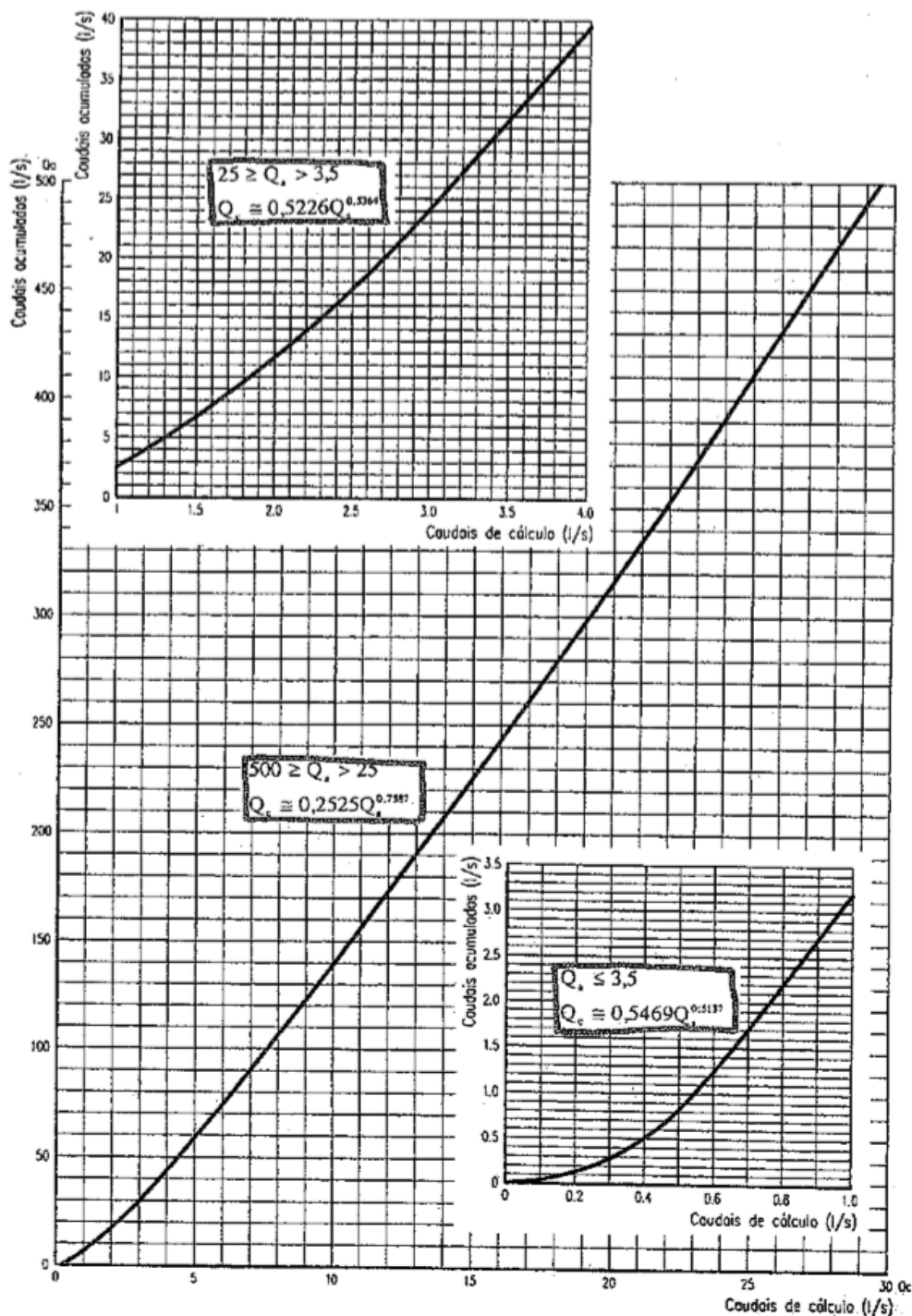


Figura 2.3. – Caudal de cálculo em função do caudal acumulado, para um nível de conforto médio [2]

Como a consulta do gráfico é passível de erros, as curvas dos gráficos foram traduzidas para a forma de equações matemáticas [2]:

**Conforto médio:**

$$Q_a \leq 3.5 \text{ l/s} \quad Q_c = 0.5469 \times Q_a^{0.5837} \quad (2.1)$$

$$3.5 \text{ l/s} < Q_a \leq 25 \text{ l/s} \quad Q_c = 0.5226 \times Q_a^{0.5364} \quad (2.2)$$

$$25 \text{ l/s} < Q_a \leq 500 \text{ l/s} \quad Q_c = 0.2525 \times Q_a^{0.7587} \quad (2.3)$$

Onde:

$Q_a$ : Caudal acumulado (l/s)

$Q_c$ : Caudal de cálculo (l/s)

Na eventualidade de o caudal de cálculo ser maior que o caudal acumulado, deve ser usado o valor do caudal acumulado para o valor do caudal de cálculo.

Com os caudais de cálculo ( $Q_c$ ) determinados podemos calcular o diâmetro, com recurso à equação da continuidade, equação (2.4):

$$\phi_{min} = \sqrt{\frac{4 \times Q_c}{\pi \times U}} \quad (2.4)$$

Onde:

$\phi_{min}$ : Diâmetro mínimo para escoar o caudal de cálculo (m)

$U$ : Velocidade de escoamento (m/s)

Nesta equação existem duas incógnitas, o diâmetro e a velocidade de escoamento. O objetivo é achar o diâmetro, por isso adota-se o valor de 1 m/s para a velocidade de escoamento, que fica no intervalo de valores mínimos e máximos estipulado pelo RGSPDADAR, 0.5 e 2 m/s, respetivamente. [1] [2]

Determinado o diâmetro, é escolhido o diâmetro comercial superior mais aproximado do diâmetro mínimo. Com o diâmetro escolhido, é calculada velocidade de escoamento para ver se não ultrapassa os valores regulamentares com a fórmula:

$$U = \frac{4 \times Q_{calculado}}{\pi \times \phi_{int}^2} \quad (2.5)$$

Onde:

$\phi_{int}$ : Diâmetro interno da tubagem escolhida (m)

Se o valor da velocidade não ficar dentro do intervalo regulamentar, é necessário escolher outro diâmetro. Calcula-se de novo a velocidade até que verifique. Verificada a velocidade, passa-se para o passo seguinte, a determinação das perdas de carga.

### 2.4.3 Determinação de Perdas de Carga

Ao longo de um traçado, ocorrem sempre perdas de energia. Essas perdas usualmente são designadas por perdas de carga, estas dividem-se em perdas de carga localizadas ou contínuas. As perdas de carga contínuas ocorrem ao longo da tubagem devido à rugosidade da mesma. As perdas localizadas ocorrem devido às mudanças de direção, variações de cotas, passagem por dispositivos e válvulas e derivações).

O somatório dos dois tipos de carga, representa o total das perdas de carga que ocorrem ao longo de um traçado. A sua determinação é de extrema importância pois estas perdas têm de ser previstas e superadas para garantir que a água consegue chegar com caudal e pressão suficientes a qualquer dispositivo, de forma a ficar garantida a qualidade do abastecimento.

A quantificação das perdas de carga poderá ser feita de acordo com o demonstrado no esquema da Figura 2.4

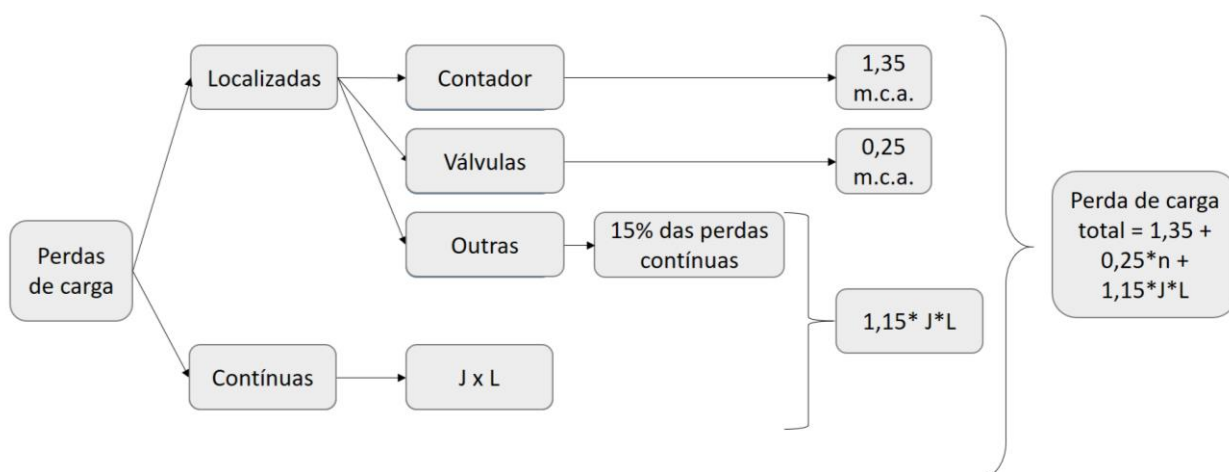


Figura 2.4. – Esquema resumo das perdas de carga.

As perdas localizadas ocorrem na passagem pelo contador da água e válvulas e as outras que estão relacionadas com as mudanças de direção e derivações. Estas últimas como são mais difíceis de quantificar que as restantes, assume-se que tem um valor igual a 15% das perdas de carga contínuas. As restantes entram com os valores que lhes são característicos e definidos pelo regulamento e indicados na Figura 2.4. [2]

As perdas de cargas contínuas são calculadas através da equação (2.6):

$$P_{Contínuas} = J \times L \quad (2.6)$$

Onde:

$P_{Contínuas}$ : Total de perdas contínuas (m.c.a.)

$J$ : Perda de carga por metro linear (m/m)

$L$ : Comprimento da tubagem (m)

Nos escoamentos sob pressão, que é o caso do abastecimento predial, as perdas de carga contínuas podem ser calculadas com recurso a fórmula de Darcy e Weisbach (2.7), que é válida para qualquer tipo de fluido:

$$J = f \times \frac{U^2}{\phi \times 2 \times g} \quad (2.7)$$

Onde:

$f$ : Fator de resistência (adimensional)

$\phi$ : Diâmetro interno da tubagem (m)



$g$ : Aceleração da gravidade ( $\text{m/s}^2$ )

Para descobrir o valor do fator de resistência é necessário saber qual o tipo de escoamento, laminar ou turbulento, através do cálculo do número de Reynolds:

$$R_e = \frac{U \times \phi}{\nu} \quad (2.8)$$

Onde:

$R_e$ : Número de Reynolds (adimensional)

$\nu$ : Coeficiente de viscosidade cinemática ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

Se o número de Reynolds for menor que 2000 o escoamento é laminar. Se estiver entre 2000 e 2400 está em regime de transição se for superior a 2400 é turbulento.

No fluxo laminar as partículas movimentam-se de forma ordeira, com trajetórias bem definidas, apresentando lâminas ou camadas que conseguem manter as suas características. Este escoamento ocorre normalmente a velocidades baixas e em fluidos em que a sua viscosidade é grande. [2]

No fluxo turbulento as partículas não têm trajetórias bem definidas, os movimentos das partículas são aleatórios. Este tipo de escoamento é o mais comum nas redes de abastecimento de água, devido a baixa viscosidade da água e ao intervalo de valores de velocidade de escoamento que são obrigatórios cumprir. [2]

Sendo assim, apenas serão abordadas as fórmulas necessárias ao cálculo do fator de resistência em regime turbulento. O fator de resistência para regime turbulento pode ser calculado por diversos métodos, apresentando-se, como exemplo, três dessas equações [2]:

- Equação de Blasius (2.9), válida em regime turbulento em tubos lisos: [2]

$$f = \frac{0.3164}{R_e^{0.25}} \quad (2.9)$$

- Fórmula de Colebrook e White (2.10), válida para escoamentos turbulentos em tubos circulares, mas que obriga à utilização de processos iterativos: [2]

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{R_e \sqrt{f}} \right) \quad (2.11)$$

- Fórmula de Haaland, que permite o cálculo direto do fator de resistência sem diferença significativa em relação à anterior: [2]

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1.8 \log \left[ \left( \frac{\varepsilon}{3.7D} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re} \right] \quad (2.12)$$

Onde:

$\varepsilon$ : Rugosidade absoluta (mm)

Na Tabela 2-2., são apresentados os valores de rugosidade absoluta ( $\varepsilon$ ) para os materiais mais utilizados:

Tabela 2-2. – Valores de rugosidade absoluta para diferentes tubagens.

Material	Rugosidade absoluta (m)
Polipropileno (PP-R)	$2.5 \times 10^{-6}$
PEX	$3.0 \times 10^{-6}$
PVC	$5.0 \times 10^{-6}$
PEAD	$4.0 \times 10^{-6}$
Multicamada	$4.0 \times 10^{-6}$
Ferro Fundido	$1.5 \times 10^{-4}$
INOX	$4.5 \times 10^{-5}$
Aço galvanizado	$1.5 \times 10^{-6}$

#### 2.4.4 Pressões

No segundo ponto do artigo 87º do RGSPDADAR é referido que:

*“As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kPa”.*

Nos dispositivos é necessário garantir a pressão mínima de 5 m.c.a. (o equivalente a 50 kPa) em qualquer dispositivo, de forma a garantir o mínimo de pressão para o seu bom funcionamento.

Ao longo do traçado é necessário ver que a pressão não ultrapassa os 60 m.c.a. e de preferência que fique no intervalo de 15 a 30 m.c.a. por razões de conforto e durabilidade dos materiais. [1]

No final, chegando ao contador, o somatório das perdas de carga com a pressão a garantir em cada dispositivo mais os desníveis a vencer, indica a pressão que a rede de abastecimento precisa de receber de forma a conseguir assegurar um abastecimento de qualidade.

Se a pressão que é necessária para o bom funcionamento da rede de abastecimento predial é menor que a pressão da rede pública de abastecimento na zona onde se encontra inserido o edifício, significa que a rede pública tem pressão suficiente para abastecer a rede predial. Se for maior, significa que a rede predial necessita de maior pressão que a rede pública consegue garantir e por esse motivo, sendo necessário colocar um grupo de bombagem em local estratégico de forma a garantir a pressão mínima em toda a rede. O dimensionamento de grupos de bombagem vai ser abordado no subcapítulo 5.2.

## 2.5 FOLHA DE CÁLCULO

No dimensionamento das redes de abastecimento de água foram utilizadas folhas de cálculo já existentes na empresa. As mesmas têm por base as regras e métodos de dimensionamento referidos anteriormente. No dimensionamento com recurso a essas mesmas folhas de dimensionamento é necessário seguir as seguintes etapas para a correta utilização da mesma.

Etapas:

- Escolher o tipo de material que vai ser usado. Habitualmente considera-se o PP-R.
- Começar pelo **dimensionamento da rede de água quente**, Figura 2.5:
  - Definir os troços
  - Preencher nas tabelas com o número dos dispositivos /" aparelhos" presentes em cada troço
  - Fazer a medição dos troços
  - Na coluna das "Perdas Concentradas" colocar o valor de 0.25 m.c.a. se houver uma válvula ou se não existir nenhum dispositivo colocar 0.
  - Na coluna "Desnível", colocar o desnível existe no troço, se existir, senão colocar 0. Os desníveis em que a água tem de ser elevada, existem perdas, logo o valor a preencher na célula tem de ser positivo. Se a água tiver de descer, não existem perdas de energia, mas sim "ganhos", por isso o valor do desnível deve ser colocado como negativos. Colocar ganhos como negativo e perdas como positivo, deve-se a como a folha está construída, a folha faz o somatório das perdas todas com os valores positivos, por isso para representar os ganhos, tem de ser colocado o sinal de menos.

- Na coluna “Ps<sub>(jussante)</sub> (m.c.a)”, se o troço for iniciado por um aparelho, preencher a célula com 5 (m.c.a), valor mínimo de pressão a considerar para o bom funcionamento do aparelho. Se não for o caso colocar o valor de “Pe<sub>(montante)</sub> (m.c.a)” do troço antecessor. No caso de o troço a ser analisado ter dois ou mais troços antecessores, deve ser adotado o maior valor do troço antecessor.

No final do dimensionamento da rede de água quente, ao valor obtido em “ $P_{e(montante)}$  (m.c.a)” no troço do dispositivo de aquecimento de água, é acrescido o valor de 2 a 5 m.c.a.. A esse valor corresponde o valor das perdas de carga que ocorrem no dispositivo em questão. Por isso na folha de cálculo de água fria, no troço de alimentação do aparelho de aquecimento de água, é colocado o valor obtido na folha de cálculo da rede de água quente acrescido de 2 a 5 m.c.a.

[illegible]

Figura 2.5. – Folha de cálculo de abastecimento de água, página de dimensionamento da rede de água quente.

- **Dimensionamento da rede de água fria, Figura 2.6:**

- Definir os troços
- Preencher nas tabelas com os dispositivos / "aparelhos" presentes em cada troço
- No troço em que se encontra o dispositivo de aquecimento de água, coloca-se o caudal de todos os dispositivos que têm de ser abastecidos de água quente.
- Fazer a medição dos troços
- Na coluna das "Perdas Concentradas" colocar o valor de 0.25 se houver uma válvula ou 1.35 se tiver um contador, se não existir nenhum dispositivo colocar 0.
- Na coluna "Desnível" colocar o desnível existe no troço, se existir, senão colocar 0.

- Na coluna “ $Ps_{(jusante)}$  (m.c.a)” , se o troço for iniciado por um aparelho, preencher a célula com 5 (m.c.a), valor mínimo de pressão a considerar para o bom funcionamento do aparelho. Se não for o caso colocar o valor de “ $Pe_{(montante)}$  (m.c.a)” do troço antecessor. No caso de o troço a ser analisado ter dois ou mais troços antecessores, deve ser adotado o maior valor do troço antecessor.
- Verificar que se as pressões não ultrapassam os valores impostos pelo regulamento e se a pressão da rede de abastecimento pública é suficiente para o abastecimento da rede predial.

Cálculo da rede de abastecimento de água interior															Tubagem		Polipropileno (PP-R)								
REDE DE ÁGUA FRIA															Água		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06						
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																	Velocidade máx. (m/s)		2,00						
																	Temperatura (°C)		10,0						
																	Viscosidade (m²/s)		1,31E-06						
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)												
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	
														0,00	0,00	0,00	20	13,2	0,00	0				0,0	

## CAPÍTULO 3

### SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

#### 3.1 CONCEÇÃO GERAL

A drenagem de águas residuais abordada neste capítulo encontra-se voltada para a drenagem de águas residuais domésticas. Os efluentes deste tipo de águas derivam das instalações sanitárias, lavandarias e cozinhas. A rede de drenagem de águas residuais serve para recolher e encaminhar as águas residuais, desde a sua origem até aos coletores públicos de águas residuais. Estes recolhem as águas residuais de diversos edifícios e encaminham-nas até ao seu destino, que normalmente é uma estação de tratamento de águas residuais. [1] [2]

Os sistemas de drenagem de águas residuais prediais devem estar ligados ao sistema de drenagem de águas residuais públicos, se este existir. Se tal não for o caso, deverá ser feita a instalação aquando da construção do edifício, de modo a que essa ligação possa depois ser efetuada quando for feita a rede de saneamento nessa zona. A ligação entre os sistemas é feita pelo ramal de ligação, que estabelece a junção entre a câmara de ramal de ligação e o coletor público. [2]

Nos sistemas prediais a drenagem de águas residuais domésticas e pluviais tem de ser feita em sistemas separativos, independentemente de o sistema público ser separativo ou não (artigo 198º). Se for separativo, é necessário ter duas câmaras ramal de ligação, uma para as águas residuais e outra para as águas pluviais, se sistema for unitário apenas se coloca uma caixa ramal de ligação, onde se encontram as águas residuais domésticas e pluviais. Qualquer sistema de drenagem de águas residuais tem de ter os elementos base necessários ao seu correto funcionamento, estando os mesmos representados na Figura 3.1 e na Figura 3.2. [1]

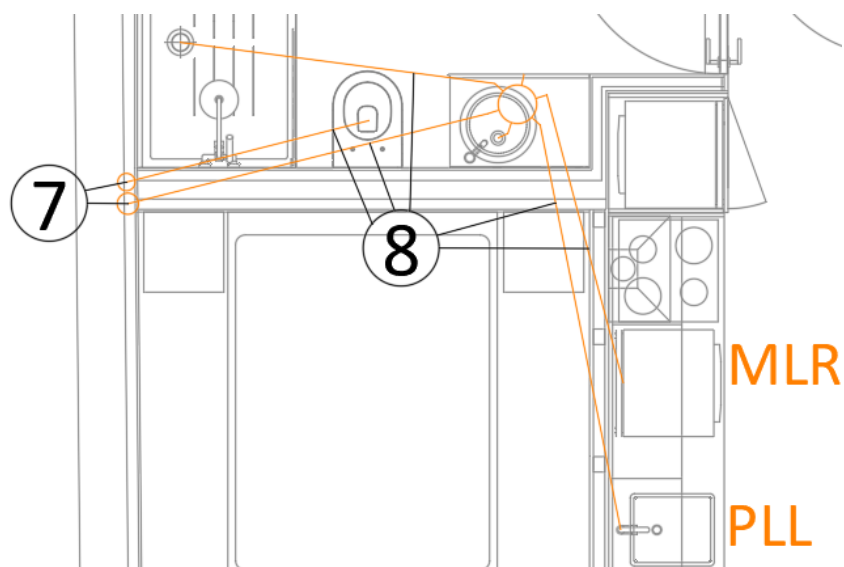


Figura 3.1. – Exemplo de sistema de drenagem de águas residuais

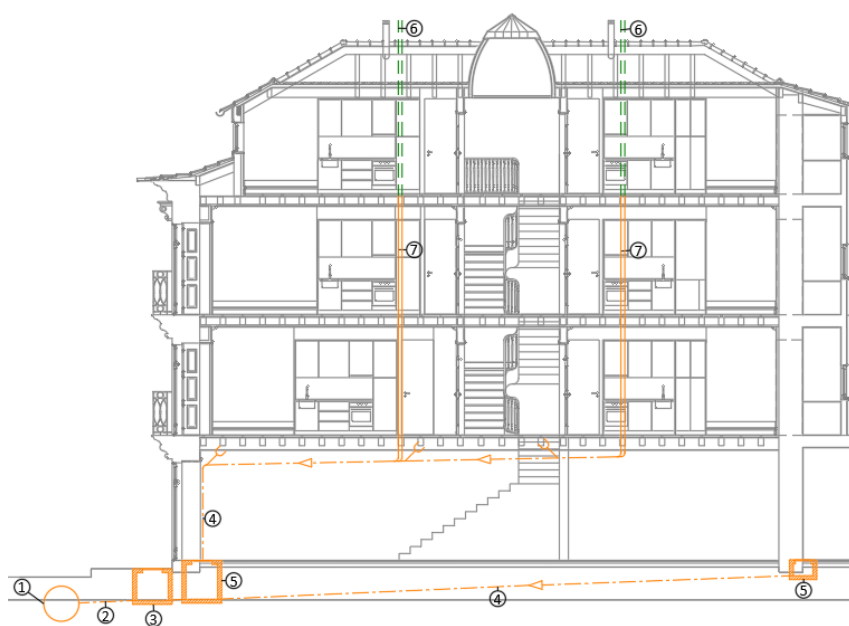


Figura 3.2. – Exemplo de sistema de drenagem de águas residuais.

Os principais constituintes do sistema de drenagem de águas residuais encontram-se representados na Figura 3.1. e na Figura 3.2., e são:

- ① **Coletor público:** canalização do sistema público que faz a drenagem das águas residuais até uma estação de tratamento de águas residuais.
- ② **Ramal de ligação:** tubagem que faz a ligação entre o sistema predial e o sistema público, ou seja, liga a caixa ramal de ligação ao coletor de drenagem público.
- ③ **Câmara ramal de ligação:** câmara onde são coletadas todas as águas residuais do edifício.

- ④ **Coletores prediais:** transportam as águas residuais provenientes de tubos de queda ou ramais de descarga contíguos, até outro tubo de queda, ou até uma câmara de inspeção até à caixa ramal de ligação.
- ⑤ **Câmara de inspeção:** câmara acessível para vistorias e manutenções.
- ⑥ **Coluna de ventilação primária:** prolongamento do tubo de queda até a atmosfera com o propósito de fazer a ventilação do sistema de drenagem predial e público.
- ⑦ **Tubo de queda:** Canalização destinada transportar as descargas dos pisos superiores até ao nível do arruamento ligando a outro elemento de recolha (caixa, coletor). Serve também para ventilar a rede predial e pública, porque o tubo de queda é prolongado até a cobertura.
- ⑧ **Ramais de descarga:** canalização que transporta as águas provenientes dos aparelhos sanitários até ao coletor predial ou tubo de queda.

Além dos elementos referidos, para o bom funcionamento do sistema é necessário recorrer a diversos acessórios, nomeadamente: sifões, válvulas, curvas, pescoços de cavalo (para fazer a descompressão nas águas que são bombeadas), entre outros. [2]

### 3.2 TIPOS DE SISTEMAS DE DRENAGEM

A drenagem de águas residuais pode ser feita de duas formas, com a simples ação da gravidade ou com recursos a um sistema de bombagem para elevação das águas.

Drenagem gravítica é a forma de drenagem utilizada sempre que a recolha das águas residuais se dá ao nível do arruamento ou a um nível superior. A condução das águas residuais é feita apenas com a ação da força da gravidade, como ilustrado na Figura 3.3.



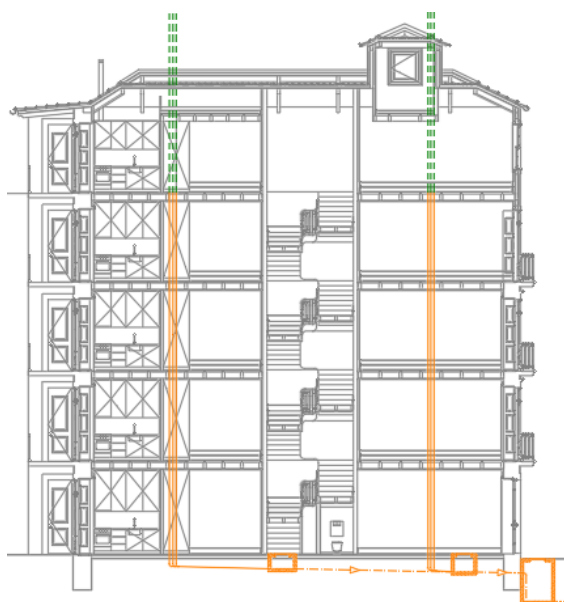


Figura 3.3. – Sistema de drenagem gravítica.

A drenagem com recurso a um sistema de bombagem é utilizada sempre que existe necessidade de recolha a um nível inferior ao do arruamento, mesmo que esse nível seja superior ao nível do coletor público. As águas devem ser bombeadas no mínimo até ao nível do arruamento e depois drenarem por ação da gravidade até ao sistema público de drenagem. Esta obrigatoriedade deve-se ao facto de o sistema público de drenagem poder entrar em carga, podendo provocar a inundação dos pisos inferiores ao arruamento (artigo 205º). [1] [2]

Frequentemente quando se tem de recorrer a um sistema de drenagem por bombagem, é apenas para elevar as águas residuais dos pisos inferiores de um edifício, ou seja, trata-se de um sistema misto, em que as águas dos pisos superiores ao arruamento são drenadas por gravidade e as dos pisos inferiores ao arruamento são bombeadas no mínimo até ao nível do arruamento. A Figura 3.4. ilustra este tipo de drenagem. [2]

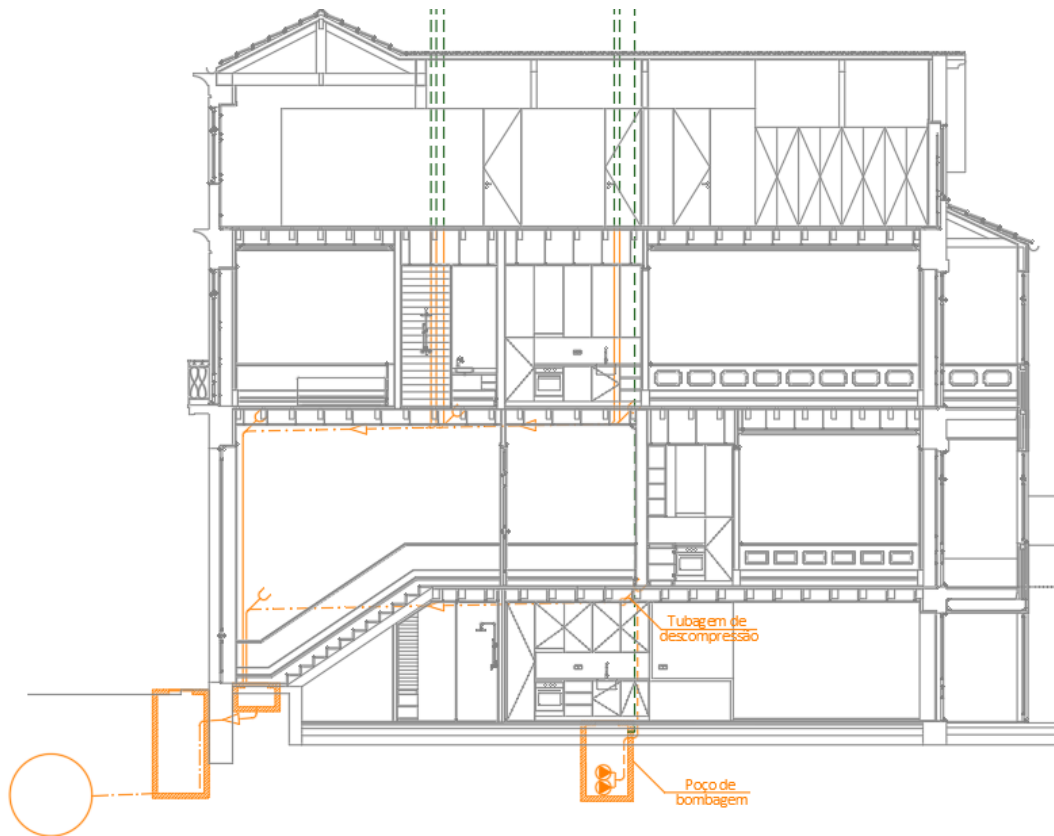


Figura 3.4. – Sistema de drenagem misto.

### 3.3 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

Na conceção de um sistema de drenagem é necessário numa primeira fase, fazer um levantamento de todos os dados existentes, nomeadamente da planta do edifício, os projetos de outras especialidades e saber a cota a que está localizado o coletor público. Nesta fase é também necessário verificar se vai ser necessário recorrer a um grupo de bombagem para elevação de águas residuais. Na definição do traçado é preciso saber previamente, quais os aparelhos produtores de águas residuais existentes e a sua localização, verificar as condicionantes arquitetónicas e estruturais, saber a localização e dimensão de aparelhos das outras instalações, para tentar definir o traçado mais adequado ao projeto e que tenha o menor custo possível.

No entanto a conceção de um sistema de drenagem de águas residuais deve obedecer e ter em conta mais alguns aspetos, nomeadamente: [1] [2]

- A rede de drenagem de cada consumidor deve estar sempre dentro da sua zona privada, ou em zona comum, nunca deve passar em zona vizinha
- A rede não pode atravessar nenhuma zona estrutural
- Artigo 152º: “O traçado dos ramais de ligação deve ser retilíneo, tanto em planta como em perfil.”

- As águas negras (provenientes da retrete) e as de sabão (proveniente dos outros aparelhos) até chegarem a uma câmara de visita ou coletor, devem seguir caminhos distintos.
- Os tubos de queda em cada piso só podem receber uma ligação, isto é válido tanto para o tubo de queda de águas negras como para o de águas de sabão. Se for necessário mais que uma ligação nesse piso será necessário colocar mais um tubo de queda.
- Muitas das vezes é necessário fazer desvios das tubagens, ao passar de um piso para o outro, devida à arquitetura do edifício. Estas mudanças podem ser obtidas através da suspensão das tubagens nos tetos. Ao recorrer a este mecanismo convém ter em atenção que as tubagens suspensas não passem os compartimentos (principalmente quartos, salas e cozinhas) de forma a evitar ruídos nessas zonas. Preferencialmente devem ficar em zonas comuns o máximo de trajeto possível.
- Nas tubagens suspensas, é necessário garantir que a mesma seja varejável em todas as direções, para que em caso de entupimento da mesma seja facilmente desobstruída. O varejamento deve ser possível de ser feito a partir das zonas comuns.
- Todos os aparelhos, com exceção da sanita, têm de estar ligados a uma caixa de pavimento. Posteriormente a caixa de pavimento é que liga ao tubo de queda ou caixa de visita. Se se tratar do primeiro piso, a caixa de pavimento tem de ter boca de limpeza. Normalmente existe sempre uma caixa de pavimento em cada cozinha e em cada quarto de banho.
- As mudanças de direção dos ramais de descarga devem ser feitas com recurso ao posicionamento estratégico das caixas de pavimento e das caixas de visita e com o direcionamento das tubagens. Nos tubos coletores e tubos de queda, as mudanças de direção podem ser obtidas através de curvas de 45 graus com os acessórios adequados, isto para pendentes de pouca inclinação.
- A colocação de caixas de visita é obrigatória na convergência de tubos coletores, em pontos de mudança de direção, de diâmetro de coletores e de inclinações. (artigo 155º)
- As câmaras de visita podem ser retangulares, quadradas ou circulares. A sua cobertura pode ser plana ou troncocónica. O seu posicionamento não necessita de ser centrado com a entrada e/ ou saída dos coletores. (artigo 156º)
- O posicionamento das caixas de visita para além de ter de ser num local acessível, teve tentar passar o mais despercebido possível, por razões estéticas. O seu posicionamento deve ser evitado em todas as divisões, dando preferência a zonas comuns, corredores ou zonas exteriores.
- As caixas de visita devem ter o tamanho adequado aos caudais que vão receber, para que caso ocorra algum entupimento ou os coletores públicos entrem em carga e seja necessário reter as

águas residuais enquanto não é resolvida a situação, a caixa de visita tenha alguma capacidade de armazenamento de forma a não ser necessário deixar de utilizar o sistema de imediato, nem ocorra inundações.

- Se a caixa de visita (piso térreo) estiver apenas a receber águas residuais desse mesmo piso, deve ser colocado um tubo de ventilação de forma a assegurar a ventilação da mesma.
- Nas caixas de visita ou caixa ramal de ligação, se a tubagem que entra não fizer no mínimo um ângulo de 90 graus com o coletor de saída, é necessário utilizar uma caixa de fundo roto.
- *“Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas têm sempre ventilação primária, que é obtida pelo prolongamento de tubos de queda até à sua abertura na atmosfera ou, quando estes não existam, pela instalação de colunas de ventilação nos extremos de montante, dos coletores prediais.”* (artigo 203º).
- A rede de ventilação de águas residuais domésticas deve ser independente de qualquer outro sistema de ventilação do edifício (artigo 203º).
- A rede de drenagem não pode apresentar reduções de diâmetro no sentido de escoamento.
- Sempre que na ampliação ou remodelação de uma rede exista aumento de caudal a escoar, deve ser comprovada a eficiência da drenagem e ventilação do sistema (artigo 204º)
- Os ramais de descarga podem ser embutidos, colocados à vista ou visitáveis em tetos falsos e galerias.
- A colocação da rede de drenagem em nada pode afetar a resistência estrutural do edifício, nem os próprios acessórios ou canalizações do sistema.
- Qualquer edificação tem de ter uma caixa ramal de ligação, na extremidade jusante do sistema de drenagem predial, que ligará ao sistema de drenagem residual público. A caixa ramal de ligação deve ficar localizada fora do edifício em local de fácil acesso, normalmente fica no passeio em frente ao edifício. Se não for possível a sua colocação na zona pública, deve ser colocada na entrada do edifício (artigo 250º)
- É proibida a instalação de qualquer dispositivo na rede de drenagem predial que impeça a ventilação do sistema público através do sistema predial. (artigo 153º)
- As inclinações dos ramais de descarga, dos coletores, e ramais de ligação devem estar compreendidas entre 1 e 4 %. Normalmente para os coletores é adotada 2% de inclinação.

### **3.4 REGRAS DE DIMENSIONAMENTO**

As regras de dimensionamento encontram-se presentes no RGSPDADAR, no “Título V: Sistemas de drenagem predial de águas residuais”. Nesta parte do regulamento estão descritas as regras: de traçado, de cálculo, de instalação, natureza de materiais, elementos da rede, entre outros aspetos importantes à elaboração de um projeto de drenagem de águas residuais. O regulamento refere ainda os elementos base a considerar no cálculo de uma rede de drenagem de águas residuais, tais como o caudal mínimo a considerar em cada dispositivo presente no anexo XIV, formas de determinação do caudal de cálculo, os limites de máximos e mínimos de velocidades de acordo com as matérias a transportar e o valor mínimo necessário de tensão de arrastamento. [1]

#### **3.4.1 Determinação do Caudal de Cálculo**

A determinação do caudal de cálculo, tal como no abastecimento de água, é feita através do somatório do caudal mínimo a considerar em cada aparelho afetado do coeficiente de simultaneidade, tanto para os ramais de descarga como para tubos de queda ou coletores.

Os caudais mínimos a considerar nos aparelhos mais usuais assim como os diâmetros mínimos a cumprir nos ramais de descarga correspondentes estão presentes no RGSPDADAR no anexo XIV e na Tabela 3-1.:

Tabela 3-1. – Caudais de carga de cada aparelho e diâmetro mínimo do seu ramal de descarga. [1]

<b>Aparelho</b>	<b>Caudal de descarga (l/min)</b>	<b>Ramal de descarga (mm)</b>
Bacia de retrete	90	90
Banheira	60	40
Bidé	30	40
Chuveiro	30	40
Lavatório	30	40
Máquina de lavar loiça	60	50
Máquina de lavar roupa	60	50
Mictório de espaldar	90	75
Mictório suspenso	60	50
Pia lava loiça	30	50
Tanque	60	50
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações do fabricante	

A determinação do caudal de cálculo pode ser feita com recurso à consulta do gráfico ilustrado na Figura 3.5., sabendo o caudal acumulado é possível retirar o valor do caudal de cálculo.

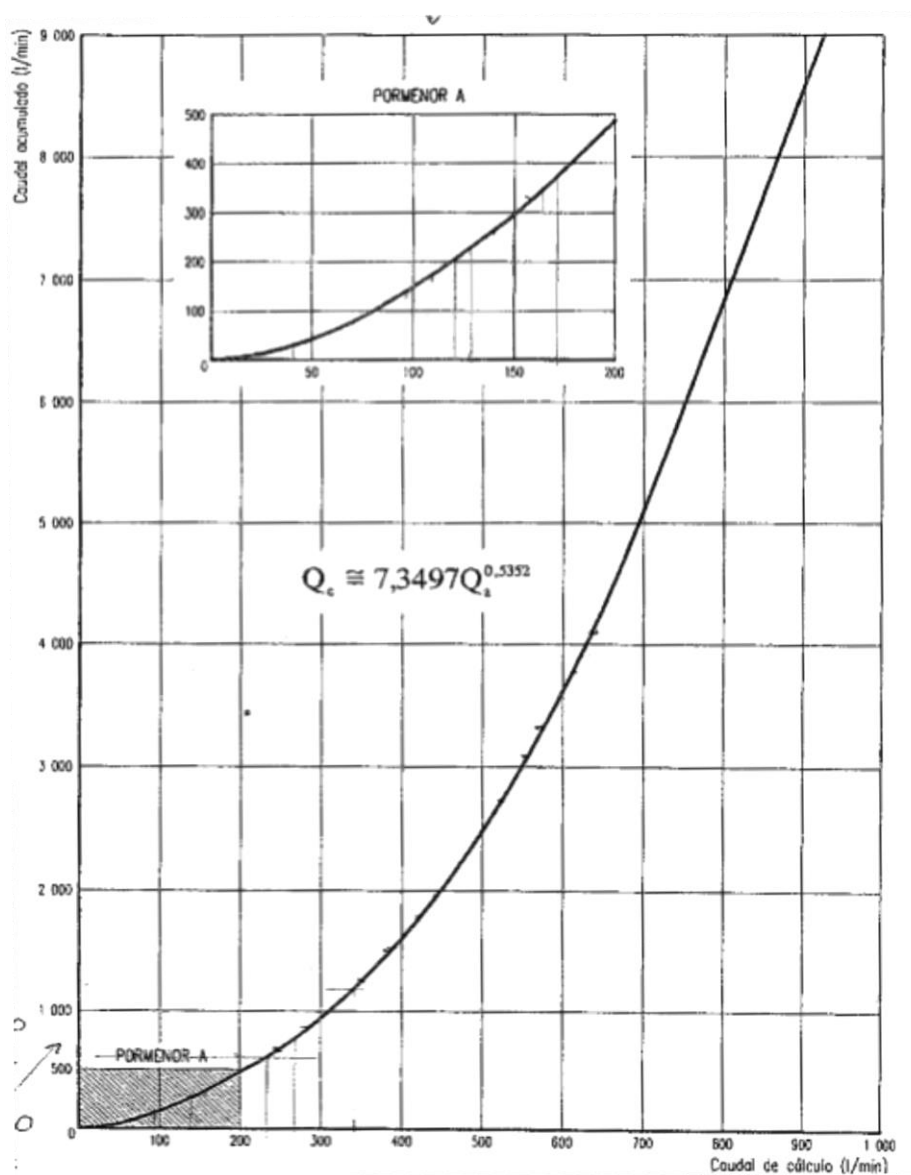


Figura 3.5. – Caudais de cálculo, em função dos caudais acumulados. [1]

O caudal de cálculo também pode ser obtido através da equação (3.1), que traduz a curva representada na Figura 3.5, evitando erros de consulta do gráfico. [1]

$$Q_c = 7.3497 * Q_{acum}^{0.5352} \quad (3.1)$$

Nos ramais de descarga e coletores é necessário verificar a capacidade de autolimpeza da própria tubagem devido à fraca pendente que apresentam e aos elevados teores de gorduras e lamas que podem ter de transportar. Para a verificação da autolimpeza é calculada a tensão de arrastamento através da equação (3.2): [1]

$$\tau = \gamma \times R_h \times i \quad (3.2)$$

Onde:

$\tau$ : Tensão de arrastamento (Pa)

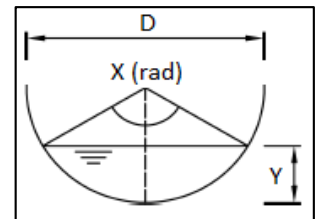
$\gamma$ : Peso específico da água residual (N/m<sup>3</sup>)

$R_h$ : Raio Hidráulico (m)

$i$ : Inclinação da tubagem (m/m)

Para que a autolimpeza se considere efetiva em termos satisfatórios, o valor da tensão de arrastamento deve ser superior a 2.45 Pa. É necessário também garantir que a velocidade de escoamento seja superior a 0.6 m/s para águas residuais sem gorduras e superiores a 1.2 m/s para águas residuais com teor de gordura consideráveis. [1] [2]

O raio hidráulico é a razão entre a área molhada e o perímetro molhado da secção de escoamento.



$$R_h = \frac{A}{P} \quad (3.3)$$

A área molhada é dada pela seguinte equação (3.4):

$$A = \frac{\varnothing^2}{8} * (\theta - \sin \theta) \quad (3.4)$$

O perímetro molhado é dado pela equação (3.5):

$$P = \frac{\varnothing * \theta}{2} \quad (3.5)$$

A altura de escoamento é dada pela equação (3.6):

$$y = \frac{\varnothing}{2} * \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right) \quad (3.6)$$

O ângulo ao centro é dado pela equação (3.7):



$$\theta = 2 * \arccos\left(1 - 2 * \frac{y}{\varnothing}\right) \quad (3.7)$$

Onde:

$R_h$ : Raio hidráulico (m)

$A$ : Área molhada (m<sup>2</sup>)

$P$ : Perímetro molhado (m)

$\theta$ : Ângulo ao centro (rad)

$\varnothing$ : Diâmetro da tubagem (m)

$y$ : Altura de escoamento (m)

### 3.4.2 Determinação do Diâmetro dos Ramais de Descarga

Os ramais de descarga podem ser de dois tipos, individuais ou não individuais. Os ramais individuais, tal como o nome indica, são responsáveis pelo transporte das águas residuais de um só aparelho até a um dispositivo (caixa de pavimento, tubo de queda, coletor ou câmara de visita). Os ramais de descarga não individuais, são responsáveis pelo transporte de águas residuais de dois ou mais aparelhos. Por terem características diferentes o seu método de cálculo também difere. [2]

O dimensionamento de ramais de descarga individuais pode ser feito para escoamento de secção cheia se o sistema de drenagem tiver apenas sistema de ventilação primária e a distância entre o sifão e a secção ventilada não for superior ao valor a consultar no gráfico da Figura 3.6. [1]

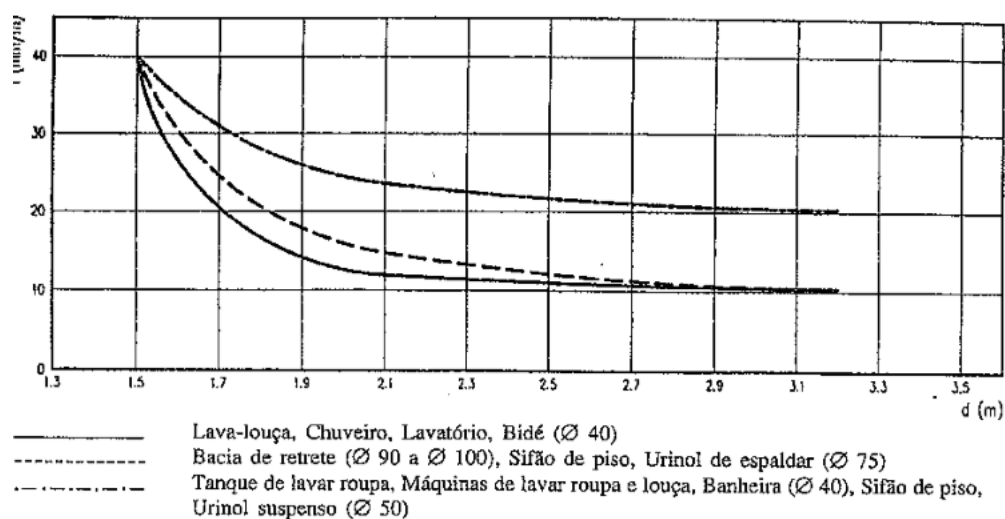


Figura 3.6. – Distância máxima admissível entre o sifão e a secção ventilada. [1]

No caso de a distância entre o sifão e a secção ventilada ser maior que o valor obtido pela consulta do gráfico, o ramal de descarga individual deve ser calculado como os ramares de descarga não individual.

Os ramares de descarga não individuais, são responsáveis pelo transporte de águas residuais de dois ou mais aparelhos. O seu dimensionamento não pode ser feito para mais que meia secção. [2]

#### Dimensionamento dos ramares:

Após calculado o caudal de cálculo, através da fórmula (3.8) de Manning-Strickler (3.8), obtemos o diâmetro.

$$Q_c = K \times A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i} \quad (3.8)$$

Onde:

$Q_c$ : caudal de cálculo ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$K$ : coeficiente de rugosidade da tubagem ( $\text{m}^{1/3}/\text{s}^{-1}$ )

$A$ : Secção da tubagem ocupada pelo fluido ( $\text{m}^2$ )

$R_h$ : Raio hidráulico (m)

$i$ : Inclinação da tubagem (m/m)

O raio hidráulico para meia secção e secção cheia pode ser substituído por um quarto de diâmetro ( $R=D/4$ ). A área entra como área total da tubagem se for para dimensionamento em secção cheia, se for para meia secção entra com metade da área. Com estes dados obtemos a equação (3.9) para o cálculo do diâmetro se o escoamento for em secção cheia e a equação (3.10) para o cálculo dos diâmetros se for escoamento a meia secção. [2]

Escoamento de secção cheia:

$$D = \frac{Q_c^{3/8}}{0.6459 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{3/16}} \quad (3.9)$$

Escoamento de meia secção:

$$D = \frac{Q_c^{3/8}}{0.4980 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{3/16}} \quad (3.10)$$

Importa relembrar que as inclinações adotadas têm de estar compreendidas entre 1 e 4% e o diâmetro obtido tem de ser maior que os diâmetros mínimos regulamentares apresentados na Tabela 3-1. Se não forem maiores devem ser utilizados os valores mínimos regulamentares.

O coeficiente de rugosidade depende do tipo de material que constitui a tubagem. Na Tabela 3-2. podem ser consultados os valores de rugosidade de alguns dos materiais mais utilizados das tubagens da drenagem de águas residuais.

Tabela 3-2. – Coeficientes de rugosidade.

Material	K ( $m^{1/3}/s^{-1}$ )
PVC	120
Ferro fundido	70
Grés	80

Na conceção de um projeto, normalmente, os diâmetros não são calculados, porque os valores mínimos a que tem de obedecer são sempre muito superiores aos diâmetros calculados, principalmente quando se trata de ramais individuais. Nos ramais que não são individuais são utilizados os valores dos casos mais correntes como demonstrado na figura seguinte.

RAMAIS DE DESCARGA		
APARELHOS	Ø	Ø RAMAL
bacia de retrete	Ø90 ————— Ø90 ————— B.L. ————— Ø90 — C.V. Ø90 ————— Ø90 ————— T.Q.	
lavatório bidé prato de duche lava-louça	Ø40/Ø50 — C.P. — Ø75 ————— B.L. — Ø90 — C.V. Ø40/Ø50 — C.P. — Ø75 ————— T.Q.	
máquina de lavar	Ø50 — C.P. — Ø75 ————— B.L. — Ø90 — C.V. Ø50 — C.P. — Ø75 ————— T.Q.	
C.P. - caixa de pavimento / B.L. - boca de limpeza / C.V. - caixa de visita / T.Q. - Tubo de queda		

Figura 3.7. – Diâmetro de ramais de descarga coletivos e individuais.

Os diâmetros dos ramais não unitários representados, foram calculados para meia secção.

### 3.4.3 Determinação do Diâmetro dos Tubos de Queda

Os tubos de queda têm como objetivo levar as águas residuais dos ramais de descarga até aos coletores e fazer a ventilação da rede predial assim como da rede pública (artigo 229º). Os tubos de queda não

podem ser de diâmetro inferior ao maior diâmetro dos ramais de descargas que lhe afluem e devem manter o mesmo diâmetro em todo o seu comprimento. O diâmetro mínimo que pode ser adotado para um tubo de queda é de 50 mm. (artigo 232º/231º). Ao mesmo tubo de queda não devem afluir águas negras e águas de sabão, por isso se for necessário drenar os dois tipos de águas terá sempre de existir dois tubos de queda. No caso de o caudal a transportar ser superior a 700 l/min ou o tubo de queda ter um comprimento superior a 35 m, deve ser colocada uma coluna de ventilação (artigo 231º). [1]

O dimensionamento dos tubos de queda deve ser feito para uma taxa de ocupação das águas residuais sempre inferior a um terço da secção (artigo 231º), de forma a permitir que a ventilação do sistema. No caso de existir ventilação secundária no sistema, o dimensionamento pode ser feito para uma taxa de ocupação igual a um terço. Nos restantes casos a taxa de ocupação pode chegar até ao valor de um sétimo, com o aumento do diâmetro do tubo de queda. [1]

A taxa de ocupação é dada pela razão entre a secção ocupada pelas águas residuais e a secção total da tubagem. A Tabela 3-3. indica os intervalos dos diâmetros dos tubos de queda e respetiva taxa de ocupação. Esta relação foi obtida de forma experimental através da equação (3.11): [2]

$$Q_c \leq 2.5 \times \emptyset \quad (3.11)$$

Tabela 3-3. – Diâmetro dos tubos de queda e respetiva taxa de ocupação máxima [1]

Diâmetro do tubo de queda: (mm)	Taxa de ocupação:
D = 50	1/3
50 < D ≤ 75	1/4
75 < D ≤ 100	1/5
100 < D ≤ 125	1/6
D > 125	1/7

A equação (2.1) permite obter o diâmetro do tubo de queda:

$$\emptyset = 4.4205 \times Q_c^{3/8} \times t_s^{-5/8} \quad (3.12)$$

Onde:

$\emptyset$ : diâmetro interior do tubo de queda (mm)

$Q_c$ : Caudal de cálculo (l/min)

$t_s$ : Taxa de ocupação (adimensional)

Para descobrir o diâmetro do tubo de queda utiliza-se a equação (3.12). Determina-se o diâmetro necessário para todas as taxas de ocupação. Depois verifica-se qual dos diâmetros calculados, se encontra nos intervalos de diâmetros tabelados com a taxa de ocupação correspondente. O diâmetro que consoante a taxa de ocupação, obteve diâmetro no intervalo de diâmetros tabelados é o valor correto a adotar. [2]

#### 3.4.4 Determinação do Diâmetro dos Coletores

O objetivo dos coletores é o transporte das águas residuais domésticas provenientes dos tubos de queda, ramais de descarga do piso superior adjacente, caixas de visita e condutas elevatórias, até ao ramal de ligação, caixa de visita ou tubo de queda (artigo 244º). [1]

Os coletores têm de ter no mínimo diâmetro de 100 mm e não podem ter diâmetro menor que o das tubagens que lhe são afluentes (artigo 247º), a sua secção não pode diminuir no sentido do escoamento (artigo 248º). [1]

A sua inclinação deve estar compreendida entre 1 e 4%, normalmente adota-se o valor intermédio, 2%. Nos coletores enterrados, no caso de ser necessário efetuar alterações de inclinação ou diâmetro, mudanças de trajetória ou na convergência de coletores, deve ser colocada uma câmara de visita. No caso de os coletores estarem à vista (normalmente os coletores suspensos), ou em local de fácil acesso, as câmaras de visita dão lugar a forquilhas, curvas de transição, reduções, com bocas de limpeza em número suficiente e local adequado, para que fique garantido que toda a tubagem é facilmente varejável em qualquer direção. Tanto as câmaras de visita como as bocas de limpeza não devem estar espaçadas mais de 15m. (artigo 249º). [1]

Tal como para os tubos de queda, o dimensionamento dos coletores é feito através do somatório dos caudais de cálculo afluentes ao coletor. De seguida com recurso à fórmula de Manning-Strickler é obtido o diâmetro. O dimensionamento é feito sempre para meia-secção. No final, ao contrário dos tubos de queda, é conveniente verificar se o valor da tensão de arrastamento assume valores inferiores a 2,5 Pa e se as velocidades máximas e mínimas de escoamento são cumpridas.

#### 3.4.5 Determinação do Diâmetro do Ramal de Ligação

O ramal de ligação tem como função a ligação do sistema de drenagem predial (caixa ramal de ligação) ao público (coletor). A caixa ramal de ligação deve ficar localizada na extremidade jusante do sistema predial e se possível fora do edifício (logradouro ou zona de fácil acesso, no limite, na via pública, se não for possível a sua introdução na área particular). (artigo 250º). [1]

O dimensionamento do ramal de ligação é feito como nos coletores. No entanto o valor mínimo que pode ser usado no seu diâmetro é 125 mm e nunca menor que os diâmetros que lhe afluem. [1]

### 3.5 FOLHA DE CÁLCULO

No dimensionamento das redes de drenagem de águas residuais, tal como no abastecimento de água, foram utilizadas folhas de cálculo já existentes na empresa. As mesmas têm por base as regras e métodos de dimensionamento referidos anteriormente neste capítulo.

A folha de cálculo encontra-se dividida em diversas páginas, que devem ser utilizadas por ordem de necessidade, de acordo com o trajeto efetuado. A folha de cálculo apenas apresenta folhas para o dimensionamento dos tubos de queda e coletores. Para os ramais de descarga normalmente são adotados os valores de diâmetro indicados na Figura 3.7. O dimensionamento recorrendo às folhas de cálculo deve ser feito seguindo os seguintes passos:

- Escolher o tipo de material que vai ser usado;
- Começar o dimensionamento do troço mais a montante do sistema de drenagem, se for um coletor utiliza-se a folha “Coletores”, se for um tubo de queda utiliza-se a folha “T.Q.COM\_VNT”.
- **Dimensionamento dos tubos de queda**, Figura 3.8:
  - Numerar os tubos de queda
  - Preencher a tabela com o número de aparelhos que vão descarregar para cada tubo de queda (atenção à separação das águas negras das de sabão). Se tivermos diversos pisos a descarregar no mesmo tubo de queda, devem ser contabilizados todos os aparelhos de todos os pisos que afluem ao tubo de queda em estudo.
  - Introduzidos os números de aparelhos, a folha automaticamente calcula o diâmetro mínimo obtido com a taxa de ocupação respetiva. Indica ainda o diâmetro nominal e o diâmetro interno adotado.
  - A última coluna, “ $\phi_{nom}$  ADOTADO”, é igual à coluna “ $\phi_{nom}$ ”, a menos que as águas que afluem ao tubo de queda se tratem de águas negras. Aí, se o diâmetro nominal for menor que 90mm (valor mínimo regulamentar), adota-se o valor de 90mm; se for maior, utiliza-se o diâmetro nominal obtido pelos cálculos.

Dimensionamento dos tubos de queda sem ventilação secundária																					
Tubo	Caudais de descarga (l/min)											Q <sub>CÁLCULO</sub> (l/min)	Diâmetros necessários					Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	Ø <sub>NOM.</sub> ADOTADO (mm)	
	Ret 90	Ban 60	Bid 30	Chu 30	Lav 30	MLL 60	MLR 60	Uri 60	PLL 30	TLR 60	Pdes 30		Total	Ø=50	50<Ø<75	75<Ø<100	100<Ø<125				Ø>125
														1 / 3	1 / 4	1 / 5	1 / 6				1 / 7
T.Q.01				1	1	2	3		2			420	186,3	62,37	74,66	85,84	96,20	105,92	90,0	86,4	90
T.Q.02	3											270	147,1	57,08	68,33	78,55	88,03	96,94	75,0	71,4	90
T.Q.03				2	2	1			1			210	128,6	54,27	64,96	74,69	83,70	92,17	75,0	71,4	75
T.Q.04	3											270	147,1	57,08	68,33	78,55	88,03	96,94	75,0	71,4	90
T.Q.05				3	3							180	118,4	52,62	62,99	72,41	81,15	89,36	75,0	71,4	75
T.Q.06						3	3		3			450	193,3	63,24	75,70	87,03	97,54	107,40	110,0	105,6	110
T.Q.07	6			6	6	6	6		6			1 800	406,0	83,53	99,99	114,95	128,83	141,85	160,0	153,6	160
T.Q.08												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.09												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.10												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.11												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.12												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.13												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.14												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.15												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.16												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.17												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.18												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.19												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.20												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.21												0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0	71,4	75
T.Q.SEM VNT    T.Q.COM VNT    Colectores    Colectores suspensos    Elevação PB    DIÂMETROS    (+)    4																					

Figura 3.8. – Folha de cálculo para a drenagem de águas residuais, página de dimensionamento dos tubos de queda.

- **Dimensionamento dos coletores**, Figura 3.9 e Figura 3.10:
  - Numerar os coletores
  - Preencher a tabela com o número de aparelhos que vão descarregar para cada coletor.
  - Nesta folha de cálculo, não se calcula o diâmetro. O diâmetro mínimo é 100mm, mas por questões de segurança assume-se o diâmetro de 125 mm, e verifica-se se o caudal afluyente é menor que o caudal máximo que a tubagem de 125 mm, a meia secção, consegue transportar, “Q<sub>efetivo</sub>”. É necessário introduzir a inclinação pretendida da tubagem. Se o caudal afluyente for superior ao caudal de efetivo “Q<sub>efetivo</sub>”, a célula do caudal efetivo aparece a vermelho. Isso significa que a tubagem não é suficiente para o caudal ser escoado em meia secção. A solução passa por reduzir o numero de aparelhos que estão a descarregar no coletor ou aumentar o seu diâmetro.
  - A método de dimensionamento é igual tanto para os coletores enterrados, como para os coletores suspensos.
  - A última tarefa consiste em verificar:
    - As velocidades, que devem ser maiores que 0.6 m/s quando se trata de águas sem gorduras e 1.2 m/s se as águas tiverem alto teor em gorduras.
    - A tensão de arrastamento, que tem de ser maior que 2.5 Pa.

## Dimensionamento de coletores prediais enterrados

i - Inclinação do coletor  
 R - Raio hidráulico  
 Y - Altura da lâmina líquida  
 D - Diâmetro da seção  
 D/2 - Altura máxima da lâmina líquida  
 Ks - Coeficiente de rugosidade

Material	PVC 0.6M
Ks (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0
Norma regulamentar aplicável	Dec. Reg. 23/95 de 23 de Agosto

Coletor	Caudais de descarga (l/min)											Total	Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Caudal da Seção Cheia (l/min)	Y/D	Seção de escoamento (cm²)	R (m)	t (N/m²)
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MLL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes													
	90	60	30	30	30	60	60	60	30	60	30													
C.P.01	2			2	2							300	155,6	125	117,6	0,24	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,26	22,18	0,018	3,895
C.P.02	10			8	10	7	7		7			2490	483,0	125	117,6	0,74	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,48	51,14	0,029	6,274
C.P.03												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.04												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.05												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.06												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.07												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.08												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.09												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.10												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.11												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.12												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.15												0	0,0	125	117,6	0,00	1,00	0,029	372,5	745,0	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.16												0	0,0	125	117,6	0,00	1,00	0,029	372,5	745,0	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
»	T.Q.SEM_VNT		T.Q.COM_VN		Colectores		Colectores suspensos					Elevação PB		DIAMETROS		+		◀						

Figura 3.9. - Folha de cálculo para a drenagem de águas residuais, página de dimensionamento de coletores enterrados.

## Dimensionamento de coletores prediais suspensos

i - Inclinação do coletor  
 R - Raio hidráulico  
 Y - Altura da lâmina líquida  
 D - Diâmetro da seção  
 D/2 - Altura máxima da lâmina líquida  
 Ks - Coeficiente de rugosidade

Material	PVC 0.6M
ks (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0
Norma regulamentar aplicável	Dec. Reg. 23/95 de 23 de Agosto

Coletor	Caudais de descarga (l/min)												Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y=D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Y/D	seção de escoamento (cm <sup>2</sup> )	R (m)	t (N/m <sup>2</sup> )
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MLL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes	Total											
	90	60	30	30	30	60	60	60	30	60	30												
C.P.S.01	6			6	6	6	6		6			1800	406,0	125	117,6	0,62	2,00	0,029	526,8	0,43	44,80	0,027	5,851
C.P.S.02	4			2	4	1	1		1			690	243,0	125	117,6	0,37	2,00	0,029	526,8	0,32	30,59	0,021	4,719
C.P.S.03	1					1						120	95,3	125	117,6	0,15	2,00	0,029	526,8	0,20	15,67	0,014	3,146
C.P.S.04												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.05												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
T.C.V.01												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.07												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.08												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.09												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.10												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.11												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.12												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.13												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
C.P.S.14												0	0,0	125	117,6	0,00	2,00	0,029	526,8	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
T.Q.SEM_VNT T.Q.COM_VNT Colectores													Colectores suspensos		Elevação PB		DIAMETROS						

Figura 3.10. - Folha de cálculo para a drenagem de águas residuais, página de dimensionamento de coletores suspensos.

No final para verificar se os dispositivos foram todos contabilizados, o coletor que encaminha todas as águas residuais até à caixa ramal de ligação, deve representar o somatório de cada tipo de dispositivo existente em todo o edifício.





## CAPÍTULO 4

### SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS PLUVIAIS

#### 4.1 CONCEÇÃO GERAL

A elaboração de um sistema de drenagem de águas pluviais passa por diversas fases. Inicia-se com o estudo do projeto e restantes especialidades. Segue-se a elaboração do traçado do projeto, desde a cobertura ao subsolo e, por fim, ao seu dimensionamento. Todo o projeto tem de ser feito à luz do regulamento em vigor.

Os sistemas de drenagem de águas pluviais para além de drenarem águas provenientes das chuvas podem levar as águas oriundas da rega de jardins, limpeza de pátios arruamentos e parques de estacionamento, circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento, piscinas, drenos (utilizados para a drenagem do subsolo). [2]

Os sistemas de drenagem de águas (residuais domésticas e pluviais) têm de ser separativos até ao ramal de ligação. A ligação dos sistemas de drenagem predial ao sistema público pode ser feita com um ou dois ramos de ligação, conforme o sistema público seja unitário ou separativo, respetivamente. As águas pluviais no caso de o sistema público ser separativo, não precisam de ser encaminhadas até uma estação de tratamento de águas residuais. [1]

A ligação de todo o sistema de drenagem de águas pluviais ao sistema de drenagem público é feita com recurso a diversos elementos fundamentais da rede, demonstrados na Figura 4.1 e na Figura 4.2. [2]

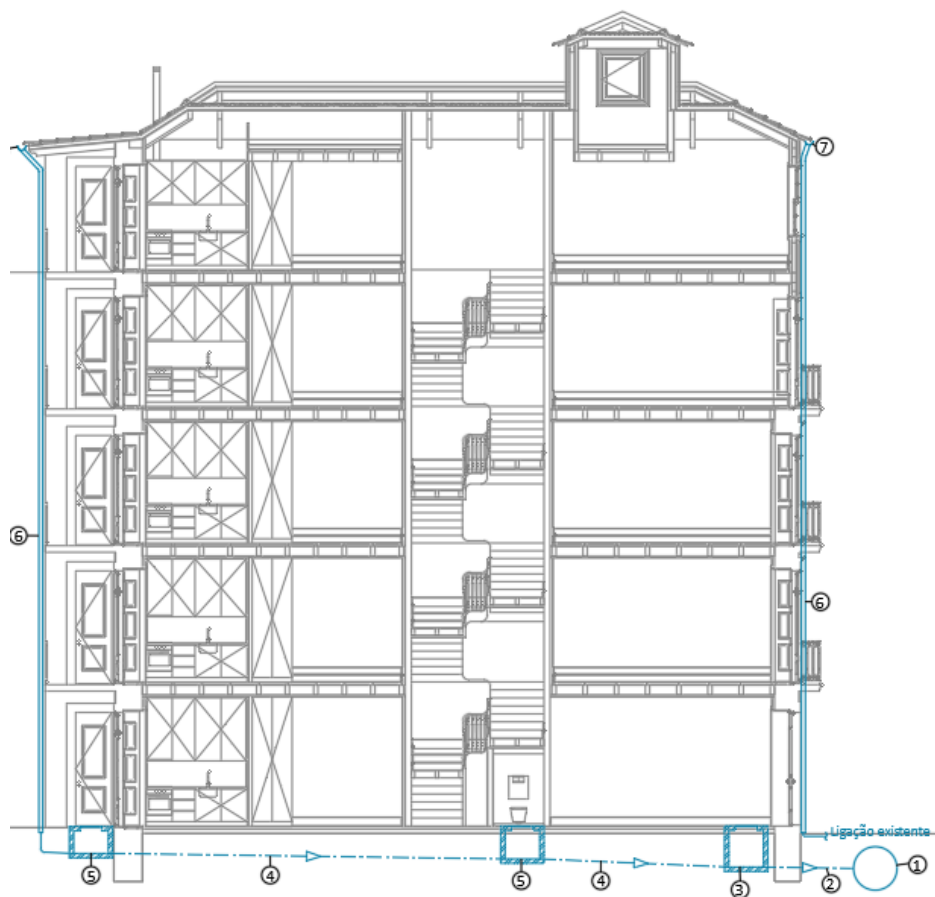


Figura 4.1. – Exemplo de sistema de drenagem de águas pluviais.

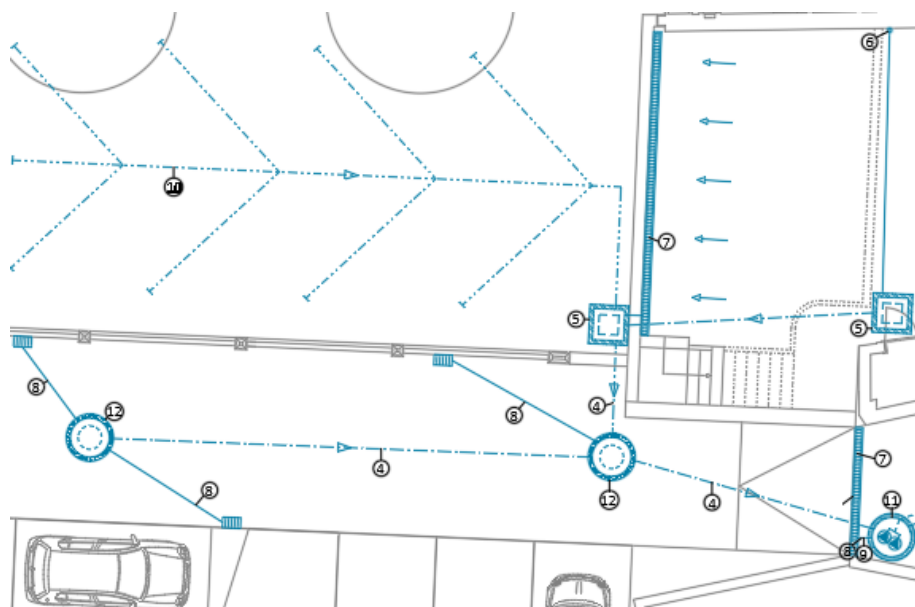


Figura 4.2. – Exemplo de sistema de drenagem de águas pluviais e freáticas.

Os sistemas de drenagem de águas pluviais são então constituídos pelos seguintes componentes: [2]

- ① **Coletor público**
- ② **Ramal de ligação**
- ③ **Caixa ramal de ligação**
- ④ **Coletor**
- ⑤ **Caixa de visita**
- ⑥ **Tubos de queda**
- ⑦ **Caleiras:** dispositivos de recolha que conduzem as águas para ramais ou tubos de queda.
- ⑧ **Ramais de descarga:** canalização destinada ao transporte das águas provenientes dos dispositivos de recolha (ralos, etc.) para o tubo de queda ou coletor predial.
- ⑨ **Colunas de ventilação:** canalização destinada eventualmente a ventilar poços de bombagem (instalações de elevação), compreendida entre estes e a sua abertura para a atmosfera.
- ⑩ **Drenos:** tubagem que recolhe as águas subterrâneas.
- ⑪ **Poço de Bombagem:** eleva as águas provenientes de um nível inferior ao arruamento.

Acessórios: dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de possibilitar as operações de manutenção, retenção e garantia de boas condições de habitabilidade dos espaços.

⑫ **Câmara de visita:** difere da caixa de visita na forma redonda que apresenta. Tem maior resistência e por isso é utilizada em zona de circulação de veículos.

As definições que acima não foram mencionadas, têm significado idêntico ao apontado no tópico correspondente para a rede de drenagem de águas residuais.

## 4.2 TIPOS DE DRENAGEM PLUVIAL

Tal como no sistema de drenagem de águas residuais domésticas, também no sistema de drenagem de águas residuais pluviais, podemos ter os três tipos de drenagem. Sendo assim, a drenagem de águas pluviais pode ser feita por gravidade, com sistema de bombagem para elevação das águas ou com um sistema misto.

## 4.3 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

O traçado da rede de drenagem de águas pluviais, como qualquer traçado, deve ser o mais otimizado possível com vista ao seu bom funcionamento e ao menor custo associado. Como qualquer especialidade, carece da coordenação com as outras especialidades. É necessário verificar se os acessórios a

implementar não entram em conflito com a arquitetura do edifício. No caso de precisar de um mecanismo para elevação das águas, fazer a coordenação com as especialidades necessárias nomeadamente com o projeto de eletricidade para a alimentação da bomba. Por último, é necessário fazer a combinação de todas as especialidades para verificar se não existem incompatibilidades entre projetos e fazer alterações se necessário.

Para a correta elaboração de um projeto de drenagem de águas pluviais é necessário ter presentes algumas obrigatoriedades regulamentares assim como boas práticas, seguidamente enunciadas: [1] [2]

- No caso de o sistema público ser unitário, só existirá uma câmara ramal de ligação, para águas residuais e águas pluviais. Para que não exista passagem de maus odores para zonas de relevância, provenientes das águas residuais para o sistema de águas pluviais é necessário colocar um sifão no coletor de águas pluviais que liga à câmara ramal de ligação.
- A nível predial não pode haver qualquer ligação entre o sistema de drenagem de águas pluviais e o sistema de abastecimento de água, de forma a não haver contaminação do sistema de abastecimento de água potável. Qualquer sistema de aproveitamento de águas pluviais deve ser feito num sistema separativo.
- Todo o traçado da rede de drenagem deve ser composto por troços retilíneos.
- As mudanças de direção devem ser conseguidas com recurso a caixas de areia ou câmaras de visita ou curvas de concordância, assim como as zonas de confluência de ligações.
- Na ligação dos ramais de descarga (caleiras) aos tubos de queda devem ser utilizadas forquilhas ou câmaras de visita.
- As tubagens podem estar embutidas, à vista, devidamente fixadas, enterradas, em galerias ou em tetos falsos, não podendo estar debaixo de elementos da fundação nem atravessar a zona estrutural do edifício.

## **4.4 REGRAS DE DIMENSIONAMENTO**

### **4.4.1 Determinação de Caudais de Cálculo**

Segundo o regulamento em vigor a determinação do caudal deve ser obtida com base nas curvas de intensidade, duração e frequência da precipitação (curvas I-D-F), que indicam os valores das intensidades de precipitação para diferentes períodos de retorno e de acordo com a região pluviométrica. (artigo 128º). O caudal de cálculo relativo à precipitação, tem em conta a intensidade de precipitação, a área a escoar e o coeficiente de escoamento, e traduz-se na equação (2.1). [1]

$$Q = C \times I \times A \quad (4.1)$$

Onde:

$Q$ : Caudal a escoar (l/min)

$C$ : coeficiente de escoamento (adimensional)

$I$ : Intensidade de precipitação (l/min.m<sup>2</sup>)

$A$ : Área a drenar em projeção horizontal (m<sup>2</sup>)

O coeficiente de escoamento traduz a necessidade de escoamento da superfície em causa. (artigo 129º e anexo X). Ou seja se a superfície a ser drenada tiver um coeficiente de escoamento de 0.7, significa que a 70% da precipitação irá gerar escoamento, enquanto os restantes 30% serão evaporados ou infiltrados.

[1] A Tabela 4-1. apresenta os valores de coeficiente de escoamento das superfícies mais comuns:

Tabela 4-1. – Coeficientes de escoamento para diferentes tipos de superfície.

<b>Tipo de Superfície:</b>	<b>Coeficiente:</b>
Coberturas	1.0
Pavimentos	0.85
Jardins	0.15

Para o cálculo de intensidade de precipitação primeiro é necessário identificar a zona geográfica em que se encontra o edifício através da consulta da Figura 4.3.

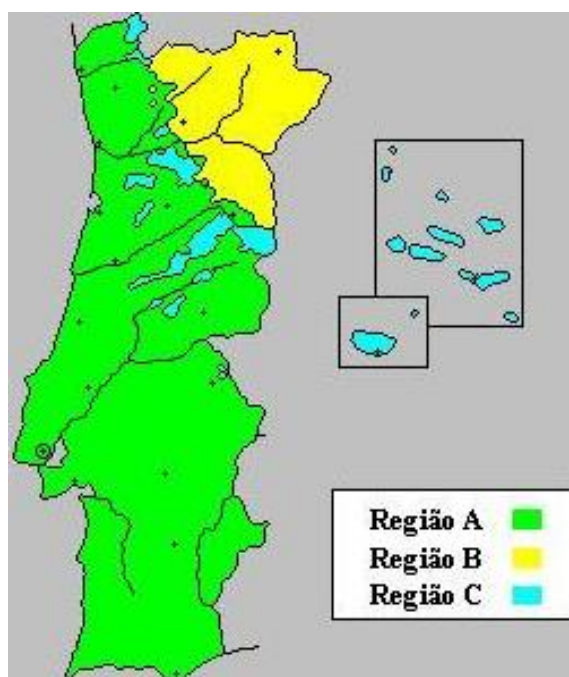


Figura 4.3. – Zonas pluviométricas [3]

Pela análise do mapa da figura anterior, identifica-se a zona pluviométrica onde se encontra inserido o edifício. De seguida é necessário calcular a intensidade de pluviométrica.

A Intensidade pluviométrica é obtida através das curvas de I-D-F. Estes registos foram obtidas com base em registos udográficos ou observações, para diferentes zonas do país. Com os registos obtidos são retirados os valores máximos de intensidade da precipitação, para variadas durações de precipitação nas diferentes zonas, estes valores são objeto de tratamento estatístico. [2] Deste tratamento são obtidos os valores dos parâmetros de  $a$  e  $b$ , apresentados na tabela seguinte:

Tabela 4-2. – Parâmetros  $a$  e  $b$  [1]

Período de retorno (anos)	Regiões Pluviométricas					
	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
5	259.26	-0.562	207.41	-0.562	311.11	-0.562
10	290.68	-0.549	232.21	-0.549	348.82	-0.549
20	317.74	-0.538	254.19	-0.538	381.29	-0.538
50	349.54	-0.524	279.63	-0.524	419.45	-0.524
100	365.62	-0.508	292.50	-0.508	438.75	-0.508

O regulamento considera que o valor mais adequado é considerar um período de retorno mínimo de 5 anos para uma duração de precipitação de 5 min (artigo 210º). A intensidade pluviométrica pode ser traduzida pela equação (4.2). [1]

$$I = a \times t^b \quad (4.2)$$

Onde:

$I$ : intensidade de precipitação (mm/h)

$t$ : Duração da precipitação (min)

$a, b$ : Constantes dependentes do período de retorno (adimensional)

Quando as águas que vão ser descarregadas na rede de drenagem de águas pluviais não tem proveniência na pluviosidade, mas são equiparadas a tal, os caudais a considerar são os valores dos caudais produzidos pelos dispositivos.

#### 4.4.2 Determinação da Secção das Caleiras

As caleiras têm como tarefa recolher e conduzir as águas pluviais até aos ramais de descarga ou tubos de queda (artigo 225º). As caleiras podem ter qualquer tipo de forma, as mais comuns são as de secção semicircular ou retangular. Em qualquer um dos casos a secção não deve ser completamente ocupada, pode ter um máximo de ocupação de 70% da secção transversal.

As inclinações das caleiras devem estar compreendidas entre 0.2 e 1.5%, mas é recomendado que se adotem valores entre 0.5 e 1%. [2]

No **dimensionamento das caleiras semicirculares**, normalmente adota-se um diâmetro e de seguida verifica-se se a altura da lâmina de água ( $Y$ ) não ultrapassa a altura da caleira ( $H$ ) e secção de escoamento na ultrapassa 70% da secção transversal. Recorre-se às fórmulas experimentais de Malafaya-Proença em que o caudal unitário ( $q$ ) é dado pelo quociente entre o caudal afluyente ( $Q_c$ ) e o caudal de secção cheia da tubagem escolhida. Com base nessa relação, conforme o quociente seja maior ou menor que um, existem fórmulas diferentes para a obtenção da relação  $Y/\emptyset$ , nomeadamente: [2]

$$q < 1 \rightarrow \frac{Y}{\emptyset} = 0.603 \times q^{0.466} \times e^{0.282 \times q} \quad (4.3)$$

$$q \geq 1 \rightarrow \frac{Y}{\emptyset} = 0.921 \pm 0.046 \times \sqrt{46.887 - 43.449 \times q} \quad (4.4)$$



Sabendo esta relação entre  $Y/\phi$  e sabendo o diâmetro ( $\phi$ ), descobre-se a altura da lâmina de água ( $Y$ ). Se a altura da lâmina ( $Y$ ) for maior que a altura da caleira ( $H$ ) é necessário definir outro diâmetro ou diminuir o caudal a escoar nessa caleira. [2]

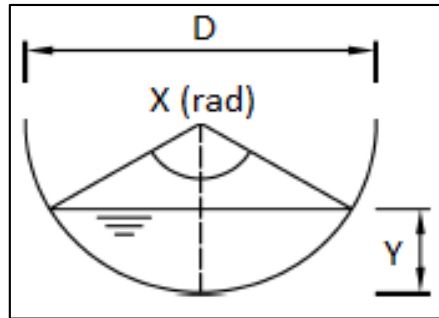


Figura 4.4. – Caleira de secção semicircular.

Por fim, a última verificação é em relação à secção de escoamento da caleira, esta não pode ter uma utilização superior a 70% da secção transversal. Através da altura da lâmina de água ( $Y$ ), é calculada a secção de escoamento utilizada (secção molhada). Para se saber qual a área de escoamento correspondente a 70% da secção de escoamento, calcula-se a secção total da caleira e multiplica-se por 0.7, como se pode ver nas seguintes fórmulas:

$$Y = \frac{\phi}{2} \quad (4.5)$$

$$\theta = 2 \times \arccos \left( 1 - 2 \times \frac{Y}{\phi} \right) = 2 \times \arccos (1 - 2 \times 0.5) = \pi \text{ rad} \quad (4.6)$$

$$A = \frac{\phi^2}{8} \times (\theta - \sin \theta) = \frac{\phi^2}{8} \times (\pi - \sin(\pi)) = 0.39 \times \phi^2 \quad (4.7)$$

Calculada a secção molhada e a secção para 70% da secção transversal da caleira, estas podem ser comparadas. Se a secção molhada for a maior das duas, é necessário aumentar o diâmetro da caleira.

No **dimensionamento das caleiras retangulares**, é necessário definir as dimensões  $H$  e  $b$  (Figura 4.5). É calculado o caudal máximo para 70% dessa secção. Se esse caudal for maior que o caudal de cálculo, a caleira tem capacidade suficiente senão, é necessário aumentar a secção da caleira.

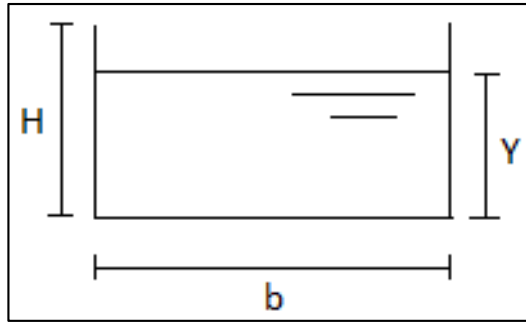


Figura 4.5. – Caleira de secção retangular.

(4.8)

$$Y_{m\acute{a}x} = 70\% \times H = 0.7 \times H$$

(4.9)

$$P = Y_{m\acute{a}x} \times 2 + b = 0.7 \times H \times 2 + b = 1.4 \times H + b$$

(4.10)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.7 \times H \times b}{1.4 \times H + b}$$

Através da fórmula de Manning-Strickler (3.8):

(4.11)

$$U = K_s \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i}$$

Sabendo a velocidade, podemos verificar se o escoamento não ocorrerá a velocidade excessiva. Normalmente é adotada uma inclinação de 0.5%. Com a velocidade e a secção da caleira é calculado o caudal máximo que pode ser escoado pela mesma, através da equação (4.12)

(4.12)

$$Q = A \times U = 0.7 \times H \times b \times U$$

#### 4.4.3 Determinação do Diâmetro dos Ramais de Descarga

Os ramais de descarga, tal como as caleiras, devem ser dimensionados através da fórmula de Manning-Strickler (3.8). Podem ser dimensionados para secção cheia ou meio secção, nestes casos o raio hidráulico toma o valor de D/4, sendo assim o diâmetro pode ser obtido através das seguintes equações: [2]

(4.13)

$$\emptyset_{seção\ cheia} = \frac{Q^{3/8}}{0.6459 \times i^{3/16}}$$

(4.14)

$$\emptyset_{meia\ seção} = \frac{Q^{3/8}}{0.4980 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{3/16}}$$

O diâmetro mínimo dos ramais de descarga é de 40 mm ou 50 mm no caso de existirem ralos de pinha aplicados. Os ramais de descarga devem ser dimensionados para inclinações superiores a 0.5%, sendo aconselhável ficar no intervalo de 1 a 4%. [1]

#### 4.4.4 Determinação da Secção dos Tubos de Queda

Tem por objetivo encaminhar as águas pluviais provenientes dos ramais de descarga ou caleiras até ao coletor ou câmara de visita. O caudal de cálculo para um tubo de queda, resulta do somatório de todos os caudais que a ele afluem (ramais de descarga e caleiras). (artigo 230º). O diâmetro do tubo de queda não pode ser menor que os diâmetros dos ramais que a ele se encontram ligados nem inferior a 50 mm. Normalmente os tubos de queda tem um diâmetro nominal de 90mm. O seu diâmetro deve ser constante em todo o seu desenvolvimento. [1]

Para o dimensionamento de um tubo de queda normalmente é escolhido o diâmetro, é calculado o caudal que por ele pode ser escoado e este tem de ser menor que o caudal afluente ( $Q_{\text{cálculo}}$ ), ou, com o caudal afluente obter o diâmetro e escolher o diâmetro comercial superior mais aproximado e que seja superior a 50mm.

Segundo Vítor Pedroso [2] podem ser considerados dois tipos de escoamento, os que se verificam em situações de escoamento normal e o escoamento accidental.

O **escoamento em condições normais** é feito em descarregador e tem de obedecer as seguintes características:

- Se a entrada for de aresta viva, o tubo de queda tem de ter um desenvolvimento  $L \geq 40D$
- Se a entrada no tubo de queda for cónica, tem de ter um desenvolvimento  $L \geq 1m$ .
- Não existem restrições se o tubo de queda não tiver acessórios na base que introduzam as sinuosidades.

O caudal de escoamento ou o diâmetro do tubo de queda em condições normais de escoamento podem ser obtidos pela fórmula seguinte: [2]

$$Q = \left( \alpha + \beta \frac{H}{\phi} \right) \times \pi \times \phi \times H \times \sqrt{2gH} \quad (4.15)$$

Onde:

$Q$ : Caudal escoado ( $m^3/s$ )

$H$ : Carga no tubo de queda (m)

$\phi$ : Diâmetro interior do tubo de queda (m)

$g$ : Aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )

$\alpha$ : coeficiente relacionado com o tipo de entrada, se for de aresta viva assume o valor de 0.453 e for de entrada cônica tem o valor de 0.578.

$$\beta = 0.350$$

O **escoamento accidental** é feito através de um orifício e tem de obedecer as seguintes características:

- O tubo de queda é de entrada em aresta viva e o comprimento  $L \geq 40 D$
- O tubo de queda é de entrada cônica e o comprimento  $L \geq 1m$ .

Nestas condições o caudal de escoamento ou o diâmetro pode ser calculado com recurso a equação:

$$Q = C \times A \times \sqrt{2gH} \quad (4.18)$$

Onde:

$C$ : coeficiente de escoamento (0.5)

$A$ : Secção do tubo de queda ( $m^2$ )

$H$ : Carga no tubo de queda (Altura da lâmina líquida da caleira) (m)

#### 4.4.5 Determinação de Diâmetros de Coletores

Os coletores prediais têm como função o transporte das águas pluviais desde os tubos de queda, ramais de descarga do piso superior adjacente ou de condutas elevatórias até ao ramal de ligação ou tubo de queda (artigo 244º). [1]

O caudal de cálculo para o dimensionamento dos coletores, resulta do somatório dos caudais de todas as tubagens que lhe afluem e eventualmente de águas freáticas. (artigo 245º) O seu dimensionamento pode ser feito para secção cheia. (artigo 246º). O diâmetro mínimo é de 100 mm e não pode ser menor que o maior diâmetro das tubagens de lhe afluem. (artigo 247º). O cálculo do diâmetro do coletor é obtido pela fórmula de Manning-Strickler (3.8). [1]

#### 4.4.6 Determinação do Diâmetro do Ramal de Ligação

Os ramais de ligação no mínimo têm de ter um diâmetro de 125mm e não podem ser menores que o maior diâmetro das tubagens que a ele confluem. É aconselhável que a inclinação esteja entre 2 e 4% e não pode ser inferior a 1%. O dimensionamento pode ser feito em secção cheia desde que o ramal de ligação apenas transporte águas pluviais ou equiparadas e é feito com recurso à fórmula de Manning-Strickler(3.8).

## 4.5 FOLHA DE CÁLCULO

No dimensionamento das redes de drenagem de águas pluviais foram utilizadas folhas de cálculo já existentes na empresa. As mesmas têm por base as regras e métodos de dimensionamento referidos anteriormente.

A folha de cálculo para o sistema de drenagem de águas pluviais encontra-se dividido em diversas páginas, para os diferentes órgãos de drenagem. Em todas as páginas é necessário escolher o material do órgão de drenagem em questão, indicar a região pluviométrica e a inclinação a adotar.

Para a correta utilização da folha de cálculo devem ser seguidos os passos a seguir enunciados:

- **Dimensionamento de caleiras circulares/ retangulares**, Figura 4.6 e Figura 4.7:
  - Na planta medir a área de superfície que escoar para cada caleira e colocar na coluna correspondente.
  - A folha automaticamente verificará se o diâmetro de 150mm (dimensão standard) é suficiente para o escoamento do caudal afluente, denominado de “Caudal de Cálculo” na folha, sem que a altura da lâmina de escoamento não ultrapasse 70% da altura.

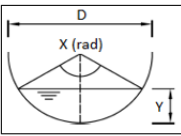
Dimensionamento de caleiras circulares																											
Fórmula racional $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$ Velocidade de escoamento (segundo Manning - Strickler) $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$ $\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Escoamento}}$ Y/D é determinado segundo a formula de Malafaya - Proença R - Raio hidráulico Y - Altura da lâmina líquida Qo - Caudal para a secção cheia Área máxima de escoamento = $0,7 \cdot \text{Área de secção transversal}$						<table border="1"> <tr> <th>Áreas Tipo</th> <th>Coef. Escoamento</th> </tr> <tr> <td>Áreas Cobertas</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Áreas Pavimentadas</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td>Áreas Ajardinadas</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>ZINCO</td> </tr> <tr> <td>Região Pluviométrica</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Intensidade - I (l/(min*m²))</td> <td>1,75</td> </tr> <tr> <td>Coeficiente de Rugosidade - <math>k_s</math> (m<sup>1/3</sup>*s<sup>-1</sup>)</td> <td>90,0</td> </tr> <tr> <td>Inclinação (%)</td> <td>0,50</td> </tr> </table>				Áreas Tipo	Coef. Escoamento	Áreas Cobertas	1,00	Áreas Pavimentadas	0,85	Áreas Ajardinadas	0,15	Material	ZINCO	Região Pluviométrica	A	Intensidade - I (l/(min*m²))	1,75	Coeficiente de Rugosidade - $k_s$ (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	90,0	Inclinação (%)	0,50
Áreas Tipo	Coef. Escoamento																										
Áreas Cobertas	1,00																										
Áreas Pavimentadas	0,85																										
Áreas Ajardinadas	0,15																										
Material	ZINCO																										
Região Pluviométrica	A																										
Intensidade - I (l/(min*m²))	1,75																										
Coeficiente de Rugosidade - $k_s$ (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	90,0																										
Inclinação (%)	0,50																										
Troço	Área da Bacia (m²)			Caudal Cálculo (l/min)	Diâmetro Nominal (mm)	Qo (l/min)	Caudal Unitário - q	Y/D	Y (mm)	Secção de escoamento (cm²)																	
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada																								
caleira 1				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 2				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 3				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 4				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 5				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 6				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 7				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 8				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 9				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 10				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 11				0,0	150	756,0	0,000	0,000	0,0	0,0																	
caleira 12				0,0		0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																	
caleira 13				0,0		0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																	
caleira 14				0,0		0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																	
caleira 15				0,0		0,0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!																	
<div> <div>◀ ▶</div> <div>caleiras circulares</div> <div>caleiras rectangulares</div> <div>T.Q.-caleiras circulares</div> <div>T.Q.-caleiras rectangulares</div> </div>																											

Figura 4.6. – Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de caleiras circulares.

**Dimensionamento de caleiras retangulares**

Velocidade de escoamento (segundo Manning-Strickler)  $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

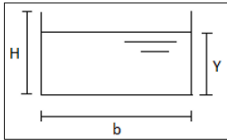
Área<sub>Reduzida</sub> = Área<sub>Bacia</sub> \* Coeficiente<sub>Escoamento</sub>

R - Raio hidráulico

H - Altura da secção transversal

Y - Altura da lâmina líquida

Altura máxima da lâmina líquida = 0,7\*H



Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,20
Material	PVC 0,4M
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
Coeficiente de Rugosidade - k <sub>s</sub> (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0
Inclinação (%)	0,50
H (m)	0,10
b (m)	0,15

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal de Cálculo (l/min)	Área de Escoamento (m <sup>2</sup> )	R (m)	Velocidade (m/s)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada					
caleira 10				0,0	0,011	0,07	1,47	928,7
caleira 11				0,0	0,011	0,07	1,47	928,7
caleira 12				0,0	0,011	0,07	1,47	928,7
caleira 13				0,0	0,011	0,07	1,47	928,7
caleira 14				0,0	0,011	0,07	1,47	928,7

< > caleiras circulares **caleiras rectangulares** T.Q.-caleiras circulares T.Q.-caleiras rectangulares Colectores Elevação Poço a

Figura 4.7. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de caleiras retangulares.

• **Dimensionamento de Tubos de Queda**, Figura 4.8 e Figura 4.9:

- No preenchimento das áreas devem ser colocadas as áreas das caleiras que estão a afluir a cada tubo de queda.
- A folha automaticamente calcula o caudal máximo que o tubo de queda com o diâmetro nominal de 90 mm, diâmetro normalmente utilizado nos tubos de queda, consegue escoar (“Caudal Efetivo”). Se esse caudal for menor que o caudal a escoar (“Caudal de Cálculo”) a folha mostra a célula do Caudal Efetivo a vermelho. Neste caso é necessário aumentar o diâmetro do tubo de queda ou colocar outro tubo de queda.

## Dimensionamento de tubos de queda

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$  $\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Escoamento}}$ 

Y - Altura da lâmina líquida da caleira

H - Altura da secção transversal da caleira

$$D = \frac{Q - 0,02638 \cdot \beta \cdot Y^{5/2}}{0,02638 \cdot \alpha \cdot Y^{3/2}}$$

Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,20
Material	ZINCO
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
$\beta$	0,350
$\alpha$	0,453

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Y (mm)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada		ønom. (mm)	øint. (mm)		
T.Q.07				0,0	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.08				0,0	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.09				0,0	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.10				0,0	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.11				0,0	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.12				0,0		FALSO		0,0

► caleiras circulares caleiras rectangulares **T.Q.-caleiras circulares** T.Q.-caleiras rectangulares Colectores Elevação Poço abso

Figura 4.8. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de tubos de queda circulares.

## Dimensionamento de tubos de queda

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$  $\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Escoamento}}$ 

Y - Altura da lâmina líquida da caleira

H - Altura da secção transversal da caleira

$$D = \frac{Q - 0,02638 \cdot \beta \cdot Y^{5/2}}{0,02638 \cdot \alpha \cdot Y^{3/2}}$$

Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,20
Material	PVC 0,6M
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
$\beta$	0,350
$\alpha$	0,453

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Y (mm)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada		ønom. (mm)	øint. (mm)		
T.Q.01				0,0	90	86,4	70,0	983,2
T.Q.02				0,0	90	86,4	70,0	983,2
T.Q.03				0,0	90	86,4	70,0	983,2
T.Q.04				0,0	90	86,4	70,0	983,2
T.Q.05				0,0	90	86,4	70,0	983,2
T.Q.06				0,0	90	86,4	70,0	983,2
T.Q.07				0,0	90	86,4	70,0	983,2

◀ ► caleiras circulares caleiras rectangulares **T.Q.-caleiras circulares** **T.Q.-caleiras rectangulares** Colectores Elevação Poço

Figura 4.9. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de tubos de queda rectangulares.

• **Dimensionamento de Colectores**, Figura 4.10.:

- No preenchimento das áreas devem ser colocadas as áreas dos tubos de queda que estão a afluir a cada coletor.
- A folha automaticamente calcula o caudal máximo que o coletor com o diâmetro nominal de 125 mm, diâmetro normalmente utilizado nos colectores, consegue escoar ("Caudal Efetivo"). Se esse caudal for menor que o caudal a escoar ("Caudal de Cálculo") a folha

mostra a célula do Caudal Efetivo a vermelho. Neste caso é necessário aumentar o diâmetro do coletor.

- Esta folha de cálculo serve também para o dimensionamento dos ramais de descarga e ramal de ligação, pois utilizam o mesmo método de dimensionamento.

**Dimensionamento de coletores**

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

Velocidade de escoamento (segundo Manning-Strickler)  $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

$\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Escoamento}}$

R - Raio hidráulico

Altura da lâmina líquida do coletor - Y = D

Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,15
Material	PVC 0,6M
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m²))	1,75
Coeficiente de Rugosidade - $k_s$ (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0

Troço	Área da Bacia (m²)				Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Inclinação (%)	R <sub>vd</sub> (m)	Velocidade Efetiva (m/s)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada	Total		ønom. (mm)	øint. (mm)				
C.P.01				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.02				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.03				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.04				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.05				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.06				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.07				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.08				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.09				0,0	0,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.10				0,0	0,0		FALSO		0,000	0,00	0,0

► cauleiras circulares
cauleiras rectangulares
T.Q.-cauleiras circulares
T.Q.-cauleiras rectangulares
Colectores
Relevação
Poc

Figura 4.10. - Folha de cálculo de drenagem de águas pluviais, página de dimensionamento de coletores.

## 4.6 DRENAGEM DE ÁGUAS FREÁTICAS

As águas freáticas são as águas provenientes das chuvas que se infiltram nos solos, formando os lençóis freáticos quando encontram solos impermeáveis ou de maior resistência a infiltração. Na construção de um edifício é de extrema importância saber qual o nível freático no local de implantação de forma a serem tomadas medidas para drenar as águas freáticas. A não drenagem das águas freáticas pode levar a que existam infiltrações no interior do edifício a partir das zonas que estão em contacto com o solo. Para evitar as infiltrações no edifício é necessário recorrer a elementos de drenagem, drenos, em zonas estratégicas. Os drenos devem estar dispostos em relação à fundação, estrutura e soleira da cave de forma a garantir o escoamento de toda a água que se possa infiltrar e acumular na base do edifício. Quando os pavimentos das caves têm uma superfície de área apreciável deve ser colocada uma rede de drenagem de superfície em forma de “espinha” como representado na Figura 4.11.



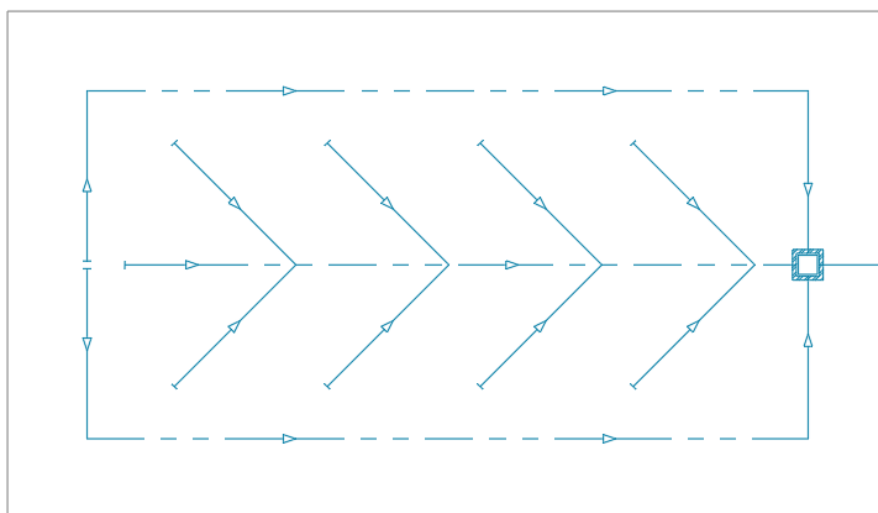


Figura 4.11. – Rede de drenos.

A rede de drenos deve estar ligada a rede de drenagem de águas pluviais. A rede vai fazer com que o nível freático das águas baixe, dependendo do tipo de solo, podendo levar a assentamentos diferenciais nos edifícios, logo é necessário tomar as devidas precauções.

No decorrer da construção da rede de drenos, para além de ser necessário a abertura de valas, para que os drenos fiquem devidamente enterrados à profundidade necessária, é necessário que a vala seja preenchida com material filtrante, como por exemplo cascalho grosseiro. Sob o dreno deve estar 10 a 20 cm da camada filtrante e sobre o dreno, uma camada de 1m. Esta camada tem como função não deixar que exista passagem de solo para o interior dos drenos e melhorar a capacidade de drenagem. Os drenos devem estar envolvidos em geotêxtil, para ficarem protegidos.

Os materiais mais correntes na composição destes sistemas são os tubos cerâmicos, os de betão perfurado e as tubagens termoplásticas lisas ou nervuradas.

O dimensionamento destes sistemas pode ser feito para secção cheia, através da fórmula de Manning-Strikler (3.8) e deve ser comprovada a capacidade de captação e drenagem do sistema.

Normalmente são usadas tubagens com 125 mm de diâmetro com inclinações não inferiores a 0.5% e as velocidades de escoamento não devem ultrapassar os 1.5 m/s.

A determinação do caudal afluente a rede de drenagem pode ser feita através de uma taxa de caudal infiltrado provenientes das precipitações na ordem de 50%, adotando um tempo de escoamento de uma hora para um tempo de precipitação de 5 minutos. *“Em termos gerais um caudal subterrâneo de cerca de 1 l/s para uma área de infiltração de 1000 m<sup>2</sup> em terrenos urbanizados é considerado satisfatório.”* [2] Normalmente faz-se a medição da área influente da rede de drenos, considerando uma área ajardinada em toda a área do edifício. Daqui interessa apenas saber o caudal afluente, o diâmetro que normalmente é adotado em toda a rede é de 125 mm. O caudal interessa saber no caso de existir sistemas de

bombagem, para que o caudal das águas recolhidas pelos drenos sejam bem contabilizado para o caudal afluyente do poço de bombagem.

## 4.7 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento de águas pluviais teve um grande desenvolvimento nas últimas décadas, mas já existia muito antes. Na atualidade as águas pluviais são consideradas águas não potáveis devido aos contaminantes presentes no ar que acabam por alterar as características das chuvas tornando-a imprópria. Mas a água não ser potável, não implica que não possa ser reutilizada para regas de jardins e campos agrícolas, autoclismos, lavagens, entre outros. Apenas significa que não é própria para ser bebida. Desta forma pode ser evitado o desperdício de água, um bem cada vez mais escasso e de extrema importância para a sobrevivência da humanidade. Nos dias de hoje quando existe abastecimento de água potável a água é utilizada para todos os usos domésticos e afins, mas apenas uma pequena percentagem se destina ao consumo. Este facto leva a que cada vez mais existam sistemas para aproveitamento das águas pluviais, de forma a reduzir o consumo de água potável de forma desnecessária. O único problema da aplicação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais é o perigo do consumo das águas pluviais de forma involuntária, que podem trazer problemas para a saúde pública. [4]

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) tem como objetivo reduzir o consumo de água potável em pontos em que o seu uso não é obrigatório, através da captação das águas pluviais. A Figura 4.12, mostra o percurso feito pelas águas desde a sua recolha aos seus pontos de consumo.

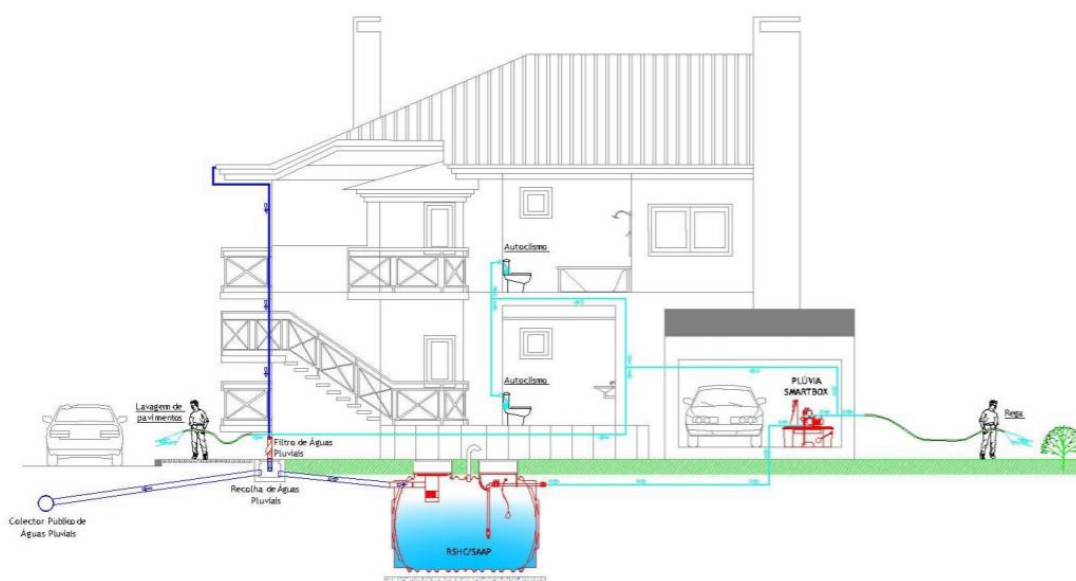


Figura 4.12. – Exemplo de um sistema de aproveitamento de águas pluviais.

As águas são recolhidas das coberturas ou solo e encaminhas até um reservatório. No reservatório sofrem um tratamento para fazer a desinfestação/ filtragem da água e depois estão prontas para serem bombeadas até aos pontos de utilização. Estes pontos onde são utilizadas águas pluviais reaproveitadas têm de estar todos inseridos numa rede própria, ou seja, não pode estar ligada a rede de abastecimento de água potável. O reservatório deve ter uma torneira de segurança que permita abastecer o reservatório através da rede pública, sempre que este estiver com o nível de água reduzido. Desta forma fica garantido o abastecimento da rede. Também necessita de ter um sistema, que caso o reservatório fique cheio, as águas sejam encaminhadas para a rede de drenagem pública ou infiltradas para o solo. [4]

## CAPÍTULO 5

### MATERIAIS E DISPOSITIVOS UTILIZADOS NAS REDES

#### 5.1 MATERIAIS DE TUBAGENS

No século XX os materiais utilizados nas redes de abastecimento e drenagem de águas residuais em redes prediais eram maioritariamente rígidos, podendo ser metálicas e não metálicas. Na drenagem de águas residuais domésticas os materiais mais utilizados nas tubagens eram o grés (porcelana), o ferro fundido e o fibrocimento. [1] No abastecimento de água, os materiais utilizados nas tubagens eram maioritariamente metálicos, nomeadamente o ferro galvanizado, principalmente para diâmetros pequenos nos anos 50/60.

O chumbo também já foi utilizado como material para abastecimento de águas, mas foi descoberto que este metal pesado trazia inúmeros malefícios para a saúde. Este provocava atrasos na aprendizagem da linguagem, redução do coeficiente de inteligência, deficiências na capacidade e coordenação motora, entre outros. Devido a ser extremamente prejudicial para a saúde, a sua utilização em construções novas foi erradicada e foi alertada a necessidade de substituição das tubagens existentes.[5]

A utilização de materiais metálicos no geral está a cair em desuso, salvo casos especiais, porque com o avanço da ciência têm sido descobertos novos polímeros, que apresentam vantagens quando ao custo de produção, flexibilidade, facilidade de manuseamento (peso dos materiais) e corrosão.

Atualmente o mercado oferece uma vasta paleta de materiais disponíveis para o abastecimento e drenagem de águas pluviais e saneamento. Cada material apresenta as suas particularidades o que torna cada tipo de tubagem adequada a diferentes fins. [5]

Para uma escolha adequada da tubagem é necessário ter conhecimento do líquido a transportar, se na sua composição existem cloretos, que temperaturas têm de suportar, o tipo de utilização, o local e condições de instalação. Sabendo as características dos materiais disponíveis no mercado e com estas informações dá para saber quais os materiais compatíveis com o projeto. Para finalizar a escolha é necessário fazer o balanço entre a qualidade requerida e o preço.

O RGSPDADAR refere no artigo nº 99 “Natureza dos materiais”, que “as tubagens e acessórios que constituem as redes interiores podem, entre outros, ser de cobre, aço inoxidável, aço galvanizado ou PVC

rígido, este último no caso, de canalizações de água fria não afeta a sistemas de combate a incêndios.” “Nas redes exteriores de água fria, as tubagens e acessórios podem ser de ferro fundido, fibrocimento, polietileno ou PVC rígido.” Os materiais habitualmente utilizados nas redes de abastecimento interior de água fria encontram-se indicados e descritos nos tópicos seguintes:

### **5.1.1 PVC (Policloreto de Vinilo)**

O policloreto de vinilo mais conhecido por PVC, é um material plástico e sólido. Como a maioria dos materiais plásticos é fabricado recorrendo à polimerização, neste caso do monómero de cloreto de vinilo que é obtido do cloro (derivado do cloreto de sódio) e do etano (derivado do petróleo). Este material foi patenteado como fibra sintética em 1931 e começou a ser comercializado na década de 30.

Apresenta a vantagem de ser resistente à corrosão da maior parte dos agentes químicos e de ser um péssimo condutor elétrico devido a ser quimicamente inerte. Como é um material termoplástico permite o seu fácil manuseamento quando exposto a calor intenso, embora todas curvas e ligações devam ser feitas com recurso a acessórios próprios. A sua baixa densidade faz com que seja de fácil transporte e montagem da rede. No seu interior a rugosidade é muito diminuta, provocando perdas de carga muito pequenas em comparação a outros materiais não plásticos. Não ser tóxico faz com que possa ser utilizado no transporte de água potável. A vantagem que maior impacto tem na escolha do material é o facto de este ter menor preço por volume. [7]

A principal desvantagem é a sua fraca resistência térmica, por isso não pode ser utilizado no abastecimento de água quente e é suscetível a dilatações térmicas. Outra das desvantagens é a de possuir alguma permeabilidade ao vapor de água e outros gases. A sua resistência ao choque também é fraca assim como a resistência a raios ultravioleta, por isso é necessário tomar medidas de proteção dos mesmos para que não fiquem expostos ao sol desde que são produzidos em fábrica até a sua instalação em alguma rede.



Figura 5.1. – Tubagem de PVC

Os tubos de PVC, devido às suas características apresentam uma gama de pressões e diâmetros elevada, dando ao projetista uma vasta gama de opções. Normalmente estão organizados por classes de pressão diferente que têm todas os mesmos diâmetros. No abastecimento de água são apenas utilizadas as classes de 1,0 e 1,6 MPa (10 bar e 16 bar respetivamente), embora no mercado existam de 0,6 a 2,0 MPa. Quanto aos diâmetros, existem de 16 a 800 mm. [6]

### 5.1.2 PVC-C (Policloreto de Vinilo Clorado)

O PVC-C, policloreto de vinilo clorado, é uma variação do PVC. Surgiu para eliminar uma das desvantagens do PVC, que era a fraca resistência térmica. Esta desvantagem foi aniquilada, aumentando a percentagem de cloro nos materiais constituintes do PVC, aumentando assim a resistência térmica do material. No final da década de 90, após ser homologado pelo LNEC, este material passou a estar disponível para ser usado em tubagens destinadas ao abastecimento de água quente. No entanto a sua utilização não se estende a redes de combate a incêndios, porque continua a não cumprir as características requeridas para uma rede de combate a incêndios.

O PVC-C apresenta as mesmas vantagens e desvantagem que o PVC, com exceção da resistência térmica. A rigidez do material por sua vez também aumenta, o que obriga à utilização de acessórios, mesmo em ligeiras mudanças de direção. O seu custo também é mais elevado, o que também pesa na hora de o mesmo ser escolhido. As gamas de pressões existentes no mercado, são 1.6, 2.0 e 2.5 MPa. Os diâmetros disponíveis são ligeiramente diferentes e andam no intervalo de 12 a 110 mm. **Erro! A origem da eferência não foi encontrada.**[7]

### 5.1.3 PEAD (polietileno de alta densidade)

O polietileno de alta densidade é um termoplástico, translúcido e flexível quando a sua espessura é reduzida, e é um material não tóxico. O PEAD faz parte da família dos polietilenos (PE), é um dos três tipos existentes. Os outros dois tipos são o polietileno de baixa densidade e o polietileno de média densidade, que não são utilizados em redes de abastecimento nem de drenagem.

O polietileno é um dos materiais plásticos mais utilizados, a mesmo baixas temperaturas, por ser capaz de manter as suas capacidades de resistência, flexibilidade e ductilidade, e porque não fratura devido à expansão da água quando esta congela. Em relação a outros materiais é barato leve e flexível, não sendo necessário recorrer a acessórios para fazer mudanças de direção. Quimicamente é bastante inerte, principalmente aos ácidos e materiais básicos, assim como à maior parte dos solventes orgânicos. Mecanicamente tem a desvantagem de ser menos resistente ao choque que o PVC. No entanto são menos propensos a rasgões e a sua resistência à fadiga é superior quando comparado com outros tubos plásticos. A temperatura é a maior limitação neste tipo de tubagem, porque o seu coeficiente de expansão térmica é elevado, o que não permite que seja utilizado no abastecimento de água quente. O polietileno é permeável a alguns gases e vapores e apresenta sensibilidade à radiação solar, por isso acarreta alguns cuidados no seu armazenamento, transporte e utilização. [7]



Figura 5.2. – Tubagem PEAD [8]

As tubagens PEAD utilizadas para condução de água potável devem ser de cor azul ou negra com riscas longitudinais azuis, para se diferenciar do transporte de água não potável ou de outros líquidos em que a tubagem é de cor preta. Estes tipos de tubagens normalmente são transportados em rolos e não em troços lineares.

No abastecimento de água são maioritariamente utilizados para caudais pequenos a intermédios e pressões intermédias. No mercado estão disponíveis tubos desde 20 aos 1600 mm de diâmetro.

#### 5.1.4 PE-X

O polietileno reticulado (PE-X) tem como matéria-prima o PEAD (polietileno de alta densidade), falado anteriormente. Este é obtido através do processo químico de reticulação que consiste na formação de uma rede tridimensional com ligações covalente entre as cadeias de polímeros. O grau de reticulação é variável, mas há sempre a transformação de polímeros termoplásticos para polímeros termoendurecidos. Esta transformação significa que o novo material não amolece nem escorre quando reaquecido, este processo é irreversível. O processo de reticulação aumenta a resistência à deformação, à degradação térmica, ao impacto, à tração, à compressão e às fissuras provocadas por substâncias agressivas. O material é leve, tornando a sua manipulação fácil. A resistência aos produtos químicos é boa e apresenta baixa rugosidade, o que significa baixas perdas de carga contínua. Não é necessário recorrer ao uso de acessórios para mudanças de direção, pois a tubagem apresenta grande flexibilidade, principalmente quanto menor for o diâmetro.



Figura 5.3. – Tubagem PE-X. [9] [10]

As tubagens de menores diâmetros são ideais para serem embainhadas, para serem colocadas nos pavimentos e paredes, permitindo a sua troca no caso de ocorrer algum dano na tubagem, sem haver necessidade de destruir o elemento em que esta está inserida. As desvantagens prendem-se com o facto de serem vulneráveis aos raios ultravioleta, com a necessidade de haver caixas de derivação, com o facto de não serem impermeáveis a todos os gases e a sua baixa resistência a pressões elevadas. [7]



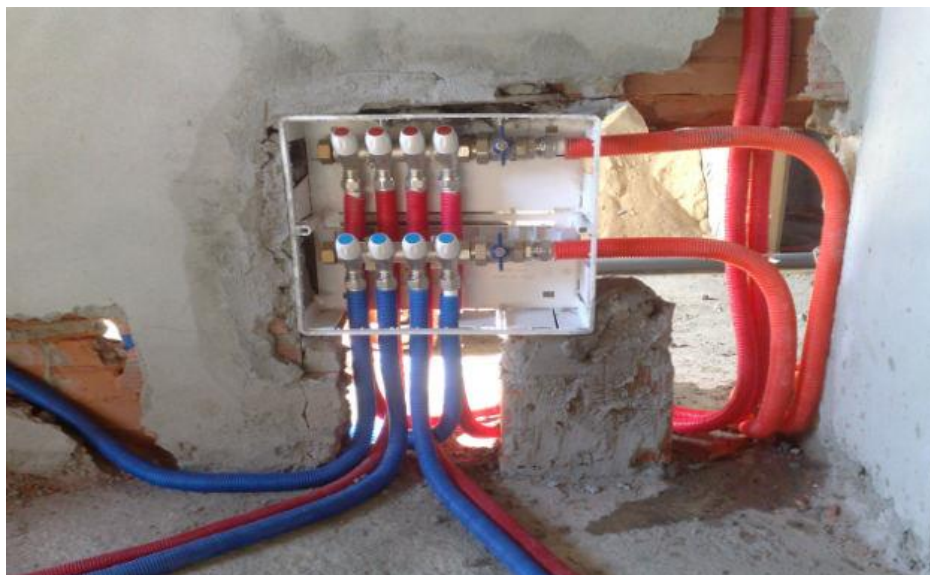


Figura 5.4. – Tubagem PE-X, embainhada. [11]

As tubagens do tipo PE-X podem ser utilizadas no abastecimento de água fria e quente, pois apresenta um ótimo comportamento quando expostas a temperaturas elevadas, sendo feitos para suportar temperaturas até 95°C. O RGSPDADAR indica que as temperaturas da água em sistemas de distribuição de água não devem exceder os 60 °C, por isso este tipo de tubagens está apta para o transporte de água quente destinada ao consumo humano. Mais uma vez, como se trata de um material plástico, o mesmo não pode ser usado em redes de combate a incêndios. [1]. No mercado existem diâmetros entre os 12 e os 160mm. [7]

### 5.1.5 PP (Polipropileno)

O polipropileno trata-se de um termoplástico, que começou a ser utilizado no final do século XX em redes de abastecimento de água. Na atualidade é um dos materiais mais importantes e utilizados devido às suas vantagens de utilização. Trata-se de um material com características muito semelhantes às do polietileno de alta densidade. Caracteriza-se por ter um baixo custo, fácil moldagem, elevada resistência química e mecânica, fácil instalação, resistência boa à oxidação e ao desgaste e baixa rugosidade interior. É um material com menor densidade e maior rigidez e dureza, com um ponto de amolecimento mais elevados.



Figura 5.5. -.Tubagem de PP.

Tal como em todos os plásticos a sua utilização não é permitida em sistema de combate a incêndios, mas pode ser utilizado nas redes de abastecimento de água quente e fria. As desvantagens que este tipo de tubagem apresenta é a baixa resistência aos raios ultravioleta, ser obrigatório que a rede seja retilínea, provocando perdas de carga localizadas significativas, a necessidade de mão-de-obra especializada para a realização das uniões e a dilatação que a tubagem pode sofrer. [5]

#### 5.1.6 Multicamadas

A multicamada surge na tentativa de conseguir conjugar as vantagens de uma tubagem metálica com uma tubagem plástica. A sua composição é feita com duas camadas de plástico, intercalada de uma camada metálica (normalmente em alumínio). No mercado existem diversas ofertas em relação ao número e tipo de camadas, mas em relação aos diâmetros disponíveis verifica-se o oposto.

A grande vantagem deste material é a sua maleabilidade, que permite a criação de troços não retilíneos, diminuindo a necessidade de utilizar acessórios de mudança de direção abrindo a possibilidade de fazer trajetos mais curtos, reduzindo as perdas de carga tanto localizadas como contínuas ao longo da rede de abastecimento. Outras vantagens deste material é poder ser usado tanto em redes de abastecimento de água fria como na rede de abastecimento de água quente. Apresentar uma baixa condutividade térmica, o que é uma vantagem no transporte de água quente, porque evita perdas de energia sob a forma de calor. Não tem condutividade elétrica significativa, apresenta um bom comportamento face ao fogo, é impermeável a gases, tem boa resistência ao desgaste e boa redução do ruído presente nas tubagens.

As desvantagens deste material, tal como já foi referido, é a falta de uma vasta gama de diâmetros disponíveis, o preço que é mais elevado que as outras tubagens plásticas e a dificuldade de reparar os tubos quando estes estão embutidos. [5]

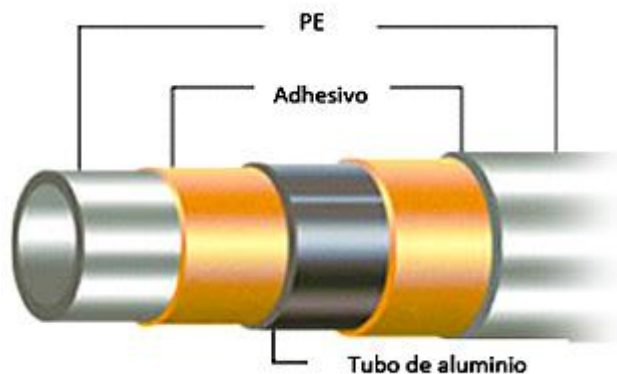


Figura 5.6. – Tubagem de multicamada (PE-AL-PE). [12]

### 5.1.7 Aço

O aço é uma liga metálica constituída principalmente por carbono e ferro (elemento presente em maior percentagem), tal como o ferro fundido. O que diferencia estes elementos é a percentagem dos seus elementos, se a percentagem de carbono for menor que 2.11% é aço, se for superior é ferro fundido. As ligas podem ter outros elementos na sua constituição, tais como o magnésio, o cromo e o vanádio, mas normalmente em percentagens mais reduzidas. Antes do aparecimento dos polímeros este material era muito utilizado no abastecimento de água, mas caiu em desuso pois não tinha as mesmas características anticorrosivas e facilidade de manuseamento que os materiais formados por polímeros. Outra das desvantagens deste material é as perdas de carga localizadas serem elevadas devido às zonas de ligação. Embora tendo caído em desuso no abastecimento de água continua apto para ser usado em sistema de combate a incêndios. Tal como outros metais apresenta boa resistência química e mecânica. Suporta temperaturas bastante elevadas, apresenta dilatações muito reduzidas e tem grande durabilidade. O diâmetro de tubagens de aço disponíveis no mercado encontra-se entre 8 e 150 mm. [2]

### 5.1.8 Aço Inoxidável

Este tipo de aço, vulgarmente chamado de inox, é o que apresenta maior capacidade de resistir a corrosão e apresenta maior durabilidade comparado a outros materiais dentro da gama de aço inoxidável, existem ainda quatro tipos de ligas diferentes. Nas redes de abastecimento de água os mais utilizados, são os dois primeiros referidos anteriormente, por apresentarem maior capacidade de resistência a corrosão. Apresenta como vantagem a boa resistência a produtos químicos, à erosão e a produtos com temperaturas elevadas. Estas vantagens fazem do aço inoxidável um material com uma elevada durabilidade, sendo que, com uma correta utilização, pode atingir os 100 anos. Para além destas vantagens este material caracteriza-se por apresentar uma baixa rugosidade o que leva a que tenha baixa perda de carga contínua. A resistência à corrosão é conferida devida a uma película de cromo que é

aplicada ao material. Esta película de crómio em contacto com o oxigénio sofre oxidação, formando o óxido de crómio. Após esta reação a película, não sofre mais nenhuma alteração, ficando apenas com função de barreira protetora do aço inoxidável de agentes agressivos e do ar. A película tem uma espessura tão reduzida que não é visível a olho nu, permitindo que o material continue a expressar as suas características visuais.



Figura 5.7. – Tubagem de aço inoxidável [13]

Por outro lado, o aço inoxidável tem baixa resistência à corrosão localizada (picadas), tem as perdas de carga localizadas pelo facto de ser um material rígido e retilíneo, é difícil de transportar devido a ser um material rígido e pesado, e o seu preço comparado com os materiais plásticos é bastante superior.

Os diâmetros disponíveis para compra existem desde os 10 aos 54 mm de diâmetro e são comercializados em varas de 4 a 7m.

As mudanças de direção podem ser feitas com a dobragem dos tubos de aço inoxidável, mas apenas em diâmetros de curvatura grande, de forma a evitar redução de secções e minimizar as perdas de carga. Para diâmetros menores, as mudanças de direção devem ser feitas com recurso a acessórios especificados para esse efeito.

Nos casos em que estas tubagens são instaladas à vista, devem ser fixadas com abraçadeiras. As abraçadeiras devem ter anéis com capacidades de absorção de vibrações (provenientes da circulação da água) para que estas não sejam transmitidas a estrutura de suporte.

#### 5.1.9 Quadro Síntese

O quadro seguinte apresenta todos os tipos de tubagens mencionados anteriormente, indicando com “Sim” se puderem ser utilizados para esse fim, e com “não” se a sua utilização não for possível nesse tipo

de abastecimento. O quadro apresenta ainda uma comparação quantitativa dos valores que podem ser encontrados no mercado, quando mais “€” apresentar maior é o custo da tubagem. [5]

Tabela 5-1. – Quadro Síntese de tubagens

Material	Abastecimento		Sistema de drenagem		Rede de Combate a Incêndios	Preço
	Fria	Quente	Residuais	Pluviais		
PVC	Sim	Não	Sim	Sim	Não	€
PVC-C	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	€
PEAD	Sim	Não	Sim	Sim	Não	€€€
PE-X	Sim	Sim	Não	Não	Não	€€
PP	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	€€
Multicamadas	Sim	Sim	Não	Não	Não	€€€
Aço	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	€€€€
Aço Inoxidável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	€€€€€

## 5.2 SISTEMAS DE BOMBAGEM

### 5.2.1 Descrição / Utilização

Os sistemas de bombagem no âmbito dos sistemas de abastecimento predial de água, surgem da necessidade de, em troços mais extensos e/ ou em edifícios mais altos, se conseguir garantir as condições mínimas de pressão necessárias ao bom funcionamento da rede.

No abastecimento de água pode ser necessário recorrer a um sistema de bombagem, por dois motivos distintos, ou pela conjugação de ambos. Um dos motivos, é tratar-se de um edifício com número de pisos elevado. Nestes casos é quase impossível a rede pública conseguir ter pressão suficiente para alimentar todos os pisos do edifício em perfeitas condições. Nestes casos, a instalação de um equipamento de bombagem permitirá o aumento de pressão necessário ao adequado abastecimento dos pisos superiores.

A outra situação, pode ser a própria rede pública de abastecimento ter níveis de pressão relativamente reduzidos, não tendo, por isso, capacidade de abastecer um edifício de forma autónoma e com boas condições de pressão em todos os pontos. O mais usual é a rede pública não ter uma pressão muito elevada, mas os edifícios, apesar de não terem um número de pisos elevados, terem redes mais extensas. Neste caso, só fazendo o dimensionamento da rede e sabendo a pressão da rede pública no local do

edifício, será possível saber-se se a pressão existente na rede nessa zona é ou não suficiente para um abastecimento da rede com caudais e pressões adequadas.

A utilização de sistemas de bombagem pode conduzir a excesso de pressão em dispositivos que se encontram próximos do sistema, causando danos materiais nos elementos da rede. Para colmatar este problema, poderá ser necessária a utilização de aparelhos redutores de pressão de forma a garantir o bom funcionamento da rede e a durabilidade dos materiais. Quando se recorre à utilização de bombas é necessário estar ciente que se trata de um aparelho mecânico, sujeito a avarias como qualquer outro e que, por este motivo, é melhor garantir uma bomba suplente para que, em caso de avaria, o sistema possa rapidamente voltar ao seu normal funcionamento, sem desconforto para o seu utilizador. Para a longevidade dos equipamentos, bem como de toda as peças da rede de abastecimento, é essencial o estudo das pressões necessárias e adequadas à rede e uma escolha assertiva da bomba para evitar os problemas mencionados anteriormente.

Por sua vez, nas redes de drenagem de águas residuais e pluviais é necessário recorrer a sistemas de bombagem quando existem pisos com cota inferior ao nível do arruamento, por serem considerados inundáveis. Nestes casos, é necessário colocar um poço de bombagem para cada sistema (um para águas residuais e outro para águas pluviais), para recolha de todas as águas existentes nos pisos inferiores, para depois serem bombeadas até ao piso com cota igual ou superior ao nível do arruamento, para serem encaminhadas até a caixa ramal de ligação.

Assim, em ambas as situações, para a correta escolha da bomba é necessário compreender alguns conceitos que, em seguida, serão apresentados.

Refira-se, por fim, que os sistemas de bombagem devem, preferencialmente, ser colocados em zonas comuns em que facilmente possam ser acedidos para limpezas e reparações.

### **5.2.2 Características da Bomba**

Todos os equipamentos têm uma curva característica, habitualmente designada curva de carga, também muitas vezes assumida como a característica da bomba (CCB), que indicam a altura que uma bomba consegue elevar o caudal.

A curva característica da bomba poderá ser obtida junto dos fabricantes destes equipamentos e apresenta uma configuração tipicamente descendente, tal como surge representado na Figura 5.8.

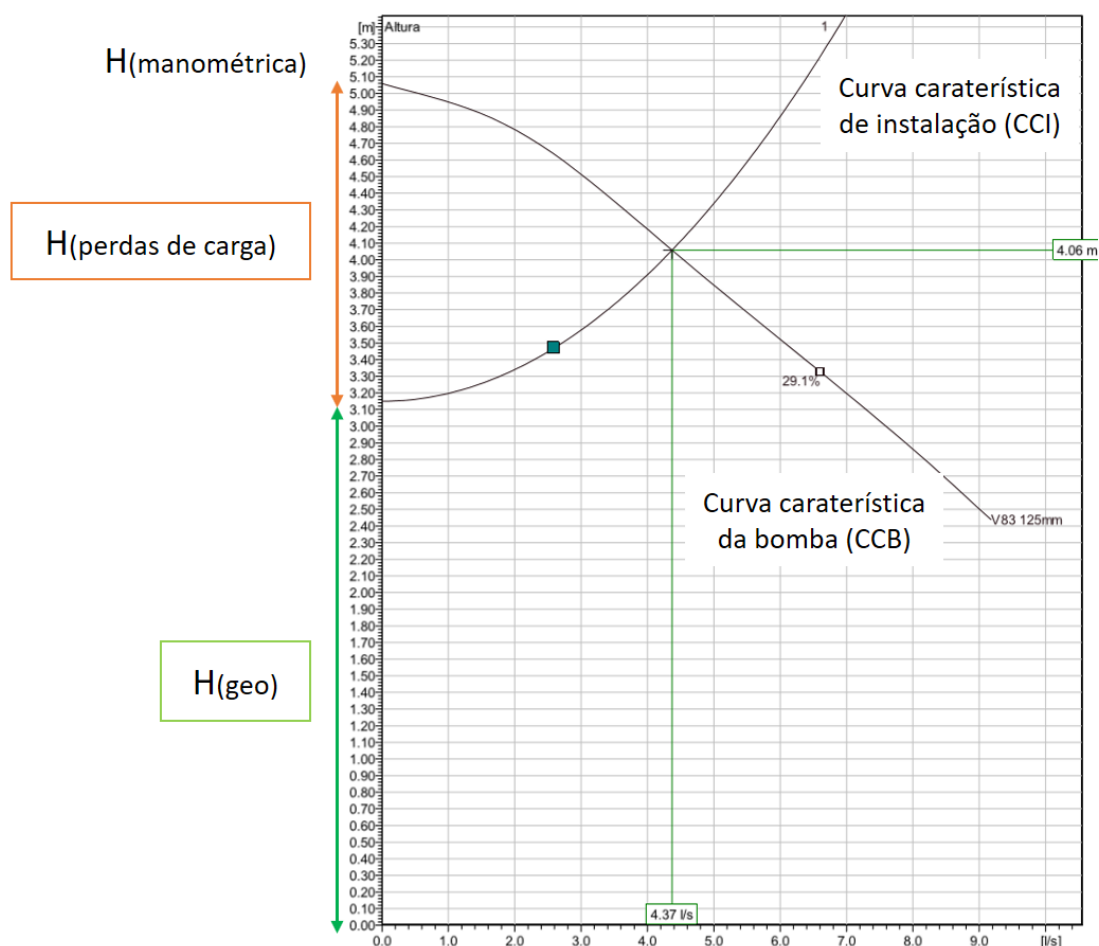


Figura 5.8. – Curva característica de um sistema de bombagem e curva característica de instalação.

Por outro lado, existe ainda a Curva Característica da Instalação, que diz respeito à rede em análise, ou seja, para um dado diâmetro, relaciona a altura de água a bombear, denominada altura manométrica ( $H_{\text{man}}$ ), resulta do somatório das perdas de carga ( $H_{\text{perdas de carga}}$ ), para um dado caudal e da altura geométrica a vencer ( $H_{\text{geo}}$ ), tal como também representado na Figura 5.8:

A interseção das duas curvas, indica o ponto de funcionamento da bomba. Neste ponto a carga fornecida pela bomba é igual à carga requerida pelo sistema, para efetuar a bombagem da água com o caudal pretendido. Por outro lado, deve procurar-se escolher uma bomba que para além, de ter capacidade para bombear o caudal necessário à altura requerida, consiga ter este ponto de funcionamento aproximado do ponto de maior rendimento da bomba. Na Figura 5.9, está um exemplo de uma ficha técnica de uma bomba. Além da curva de carga, estão representadas as curvas de rendimento ou eficiência e a de potência.

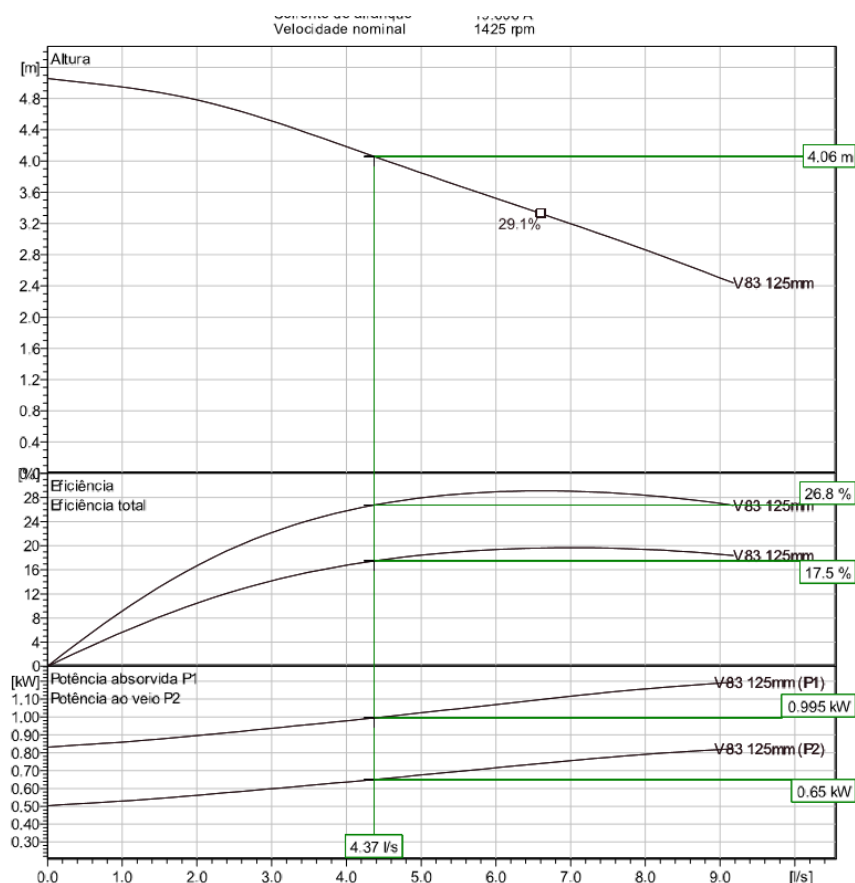


Figura 5.9. – Curvas caraterísticas de uma bomba.

Na escolha de uma bomba é necessário ter em conta que tipo de águas se quer elevar, porque, no caso das águas residuais, têm de ser escolhidas bombas com características apropriadas a águas residuais.

Assim, apesar de serem apresentados aqui os conceitos gerais, normalmente, a empresa projetista conta com o apoio de fornecedores deste tipo de equipamento para selecionar a melhor bomba a utilizar em cada caso. Para isso, são entregues os seguintes dados: o tipo de águas a elevar, o caudal a escoar, a altura manométrica e a altura geométrica.

Posto isso, e tomando como exemplo, um sistema de bombagem de águas residuais, na fase do dimensionamento hidráulico é utilizada a página de cálculo, comum a todas as folhas de cálculo.



Cálculo do poço de bombagem para elevação das águas residuais			
1. Determinação da altura manométrica de compressão		2. Determinação da potência das bombas	
Caudal bombado (l/s)	2,59	Caudal bombado (l/s)	2,59
Diâmetro da tubagem de compressão (mm)	50	Altura manométrica (m.c.a.)	7,31
Velocidade de circulação (m/s)	1,32	Rendimento da bomba (%)	70
Comprimento da tubagem de compressão (m)	6,94	Potência da bomba (Kw)	0,27
Perda de carga de percurso na tubagem de compressão (m/m)	0,0369	3. Determinação do volume útil da câmara de bombagem	
Perda de carga na tubagem de compressão (m.c.a.)	0,31	Caudal cálculo (l/s)	2,59
Somatório das perdas de carga localizadas (m.c.a.)	1,00	N (arranques/h)	6
Desnível geométrico entre a secção de saída da bomba e a secção de saída da tubagem de compressão (m)	6,00	Volume útil de cálculo (m³)	0,39
Altura manométrica de compressão (m.c.a.)	7,31	Altura útil do poço (m)	0,80
		Diâmetro do poço (m)	0,80
		Volume do poço (m³)	0,40

Figura 5.10. – Exemplo de dimensionamento de sistema de bombagem para águas residuais domésticas.

A folha de cálculo deve ser preenchida por ordem, com os dados que são indicados a preencher. Todas as fórmulas que são usadas nesta parte, encontram-se mencionadas no subcapítulo de 2.4.3 e no subcapítulo 2.4.4. Preenchendo a página, obtemos a altura manométrica (altura manométrica de compressão). Todos os dados já podem ser enviados para a empresa de sistemas de bombagem para fazerem a escolha mais adequada. Conhecidas as características da bomba a utilizar, pode-se então definir as dimensões do poço de bombagem em função do espaço que a bomba ocupa, definido no ponto 3 da Figura 5.10. (“Determinação do volume útil da câmara de bombagem”). Neste ponto, vai sendo acertado a altura útil do poço e o diâmetro poço (que não pode ser menor que o diâmetro ocupado pela bomba) para que o volume do poço se assemelhe ao volume útil de cálculo. O volume útil de cálculo, é o caudal a escoar dividido pelo número de arranques por hora, minorado em 10%. A altura efetiva do poço de bombagem vai corresponder à soma da altura útil do poço de bombagem mais a altura ocupada pelo sistema de bombagem.

## CAPÍTULO 6

### CASOS DE ESTUDO

No decorrer do estágio foram elaborados diversos projetos de abastecimento de água e drenagem de águas residuais e pluviais, cada um com as suas peculiaridades e diferentes dificuldades. A maioria dos projetos elaborados são relativos a projetos de reabilitação da baixa do Porto. Os pontos seguintes enumeram os projetos realizados no âmbito do estágio curricular:

- **Projeto A: Baixa do Porto.**

O edifício em causa é constituído por cinco pisos. O rés-do-chão é constituído pela entrada do edifício e zona de circulação comum com acesso aos restantes pisos. Este piso contém ainda uma fração de habitação de tipologia T0 e uma fração de serviços. Os pisos 1, 2 e 3 são constituídos cada um por duas frações de habitação de tipologia T0. O piso 4 é constituído por duas frações de habitação de tipologia T0 com mezanino.

- **Projeto B: Baixa do Porto**

O edifício em causa é constituído por quatro pisos. O rés-do-chão é composto pela entrada do edifício, zona de circulação comum com acesso às frações de habitação e uma fração de comércio. Os pisos 1,2 e 3 são constituídos cada um, por duas frações de habitação de tipologia T0.

- **Projeto C: Baixa do Porto**

Este projeto foi um dos projetos escolhidos para ser apresentado de forma mais aprofundada, para explicar a execução de um projeto. A sua apresentação será feita mais adiante neste capítulo.

- **Projeto D: Zona da Boavista Porto**

Este projeto é constituído por dois edifícios, iguais, um de tipologia habitacional e outro de serviços.

O edifício de serviços, constituído por uma única fração distribuída em quatro pisos. No rés-do-chão localiza-se a entrada e zona de circulação comum, com acesso às escadas que unem os vários pisos. Este piso contém ainda um espaço destinado a cozinha e acesso ao logradouro onde existe um estacionamento. Os restantes pisos são constituídos por vários escritórios e instalações sanitárias.

O edifício destinado a habitações, no rés-do-chão é constituído pela entrada do edifício e zona de circulação comum com acesso às várias frações. Este piso contém ainda duas frações de tipologia T0. O piso -1 é igualmente composto por duas frações de tipologia T0. O piso 1 é constituído por duas frações de tipologia T1 e o piso 2 é totalmente dedicado a uma fração de tipologia T2.

- **Projeto E: Baixa do Porto**

O edifício em causa é constituído por cinco pisos (cave, piso 0, 1,2 e 3). O rés-do-chão é constituído pela entrada do edifício e zona de circulação comum com acesso aos restantes pisos.

No piso 0 é a entrada para uma fração de comércio e uma fração de habitação de tipologia T2, ambas as frações são duplex, (piso -1 e 0). Os pisos 1, 2 e 3, são todos igualmente constituídos por duas frações de habitação de tipologia T0.

- **Projeto F: Baixa do Porto**

Este projeto foi um dos projetos escolhidos para ser apresentado de forma mais aprofundada, para explicar a execução de um projeto. A sua apresentação será feita mais adiante neste capítulo.

- **Projeto G: Edifício multifamiliar em Espinho**

Este projeto foi dos únicos projetos que não tinha como localização a cidade do Porto, diferenciou-se por apresentar maiores área por fração. O edifício em questão apresenta 4 pisos, todos eles pisos superiores. O rés-do-chão apresenta apenas uma fração de tipologia T2, o piso 1 e piso dois são constituídos cada um por duas frações de tipologia T1 e o ultimo piso, piso recuado, apresenta duas frações de tipologia T1.

- **Projeto H: Baixa do Porto**

Este projeto foi um dos projetos escolhidos para ser apresentado de forma mais aprofundada, para explicar a execução de um projeto. A sua apresentação será feita mais adiante neste capítulo.

- **Projeto I: ETAR, Beja**

Neste projeto apenas foram feitos os projetos hidráulicos do edifício de serviços e zona envolvente do mesmo. Não foram realizados nenhum tipo de projetos relacionados com o tratamento de águas residuais.

Como seriam demasiados casos de estudo para apresentar num relatório, optou-se pela escolha de três casos para serem abordados de forma mais minuciosa. Os projetos que seguidamente serão apresentados, foram escolhidos devido à complexidade que apresentam e peculiaridades de interesse académico. A parte de dimensionamento da rede será abordada de forma mais ligeira porque todas as bases das folhas de cálculo e forma de trabalhar das mesmas já se encontram mencionadas nos capítulos

anteriores, conforme o tipo de projeto. Para além disso alguns dos casos de estudo que serão de seguida apresentados, nos seus anexos, podem não estar apresentadas as suas folhas de cálculos de cada especialidade, porque os mesmos ainda se encontravam e fase de estudo e / ou não apresentavam relevância para serem apresentados.

## 6.1 PROJETO C

### 6.1.1 Descrição do Edifício

Este edifício está localizado na baixa do Porto, é um edifício de cariz habitacional (alojamento local) com diversas frações, nomeadamente:

- No piso -1 e 0: um T3 Duplex e dois T0 Duplex
- No piso 1: dois T2 e um T0
- No piso 2: dois T2, um T1 e um T0
- No piso 3: um T2 e três T1.
- No piso 4 (recuado): um T1



a) Localização



b) Localização vista satélite.

Figura 6.1.- Localização.

As plantas deste edifício encontram-se no Anexo I, com os traçados e respetiva folha de cálculo de cada tipo de projeto (abastecimento de água, drenagem de águas residuais, drenagem de águas pluviais).

Este edifício foi escolhido porque se trata de um edifício com alguma dimensão, com piso inferior ao arruamento e traçado sinuoso. Apresenta também uma peculiaridade, a entrada para o edifício é feita pelo edifício adjacente (edifício que aparece a sombreado nas plantas), como se pode ver na figura seguinte:

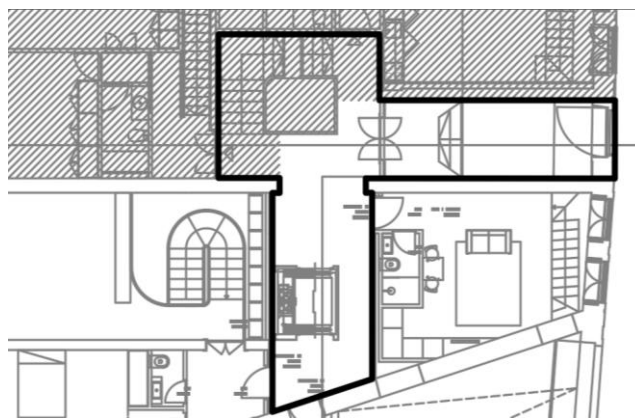


Figura 6.2. – Zona comum dos dois edifícios.

Na zona comum deste edifício apenas vai ser colocado um elevador que não existia no edifício adjacente. Partilhando as áreas comuns estes dois edifícios passam a ter escadas e elevador sem terem de dispensar tanta área para esse efeito. Este processo foi facilitado pelo facto de o proprietário dos dois edifícios ser o mesmo. No edifício adjacente já se encontra em funcionamento um alojamento local.

### 6.1.2 Projeto de Abastecimento de Água

- **Dificuldades**

Na elaboração do projeto de abastecimento de água, as dificuldades que mais foram sentidas foi a escolha do melhor local para fazer a subida das colunas de água para o abastecimento de todos os pisos superiores. A descida das colunas de abastecimento de frações, para o piso inferior não apresentou dificuldade porque, foi feita no interior de cada habitação uma vez que se tratavam de apartamentos duplex (no piso 1 e piso -1).

- **Traçado**

Iniciando o traçado pelo último piso e não havendo dificuldades acrescidas no traçado em cada piso, segue-se a análise do melhor local para a colocação das colunas para fazer o abastecimento dos pisos superiores. Sabendo que será em zona comum do edifício a abastecer, analisando as paredes disponíveis, seriam possíveis três hipóteses, que se encontram representadas na Figura 6.3.

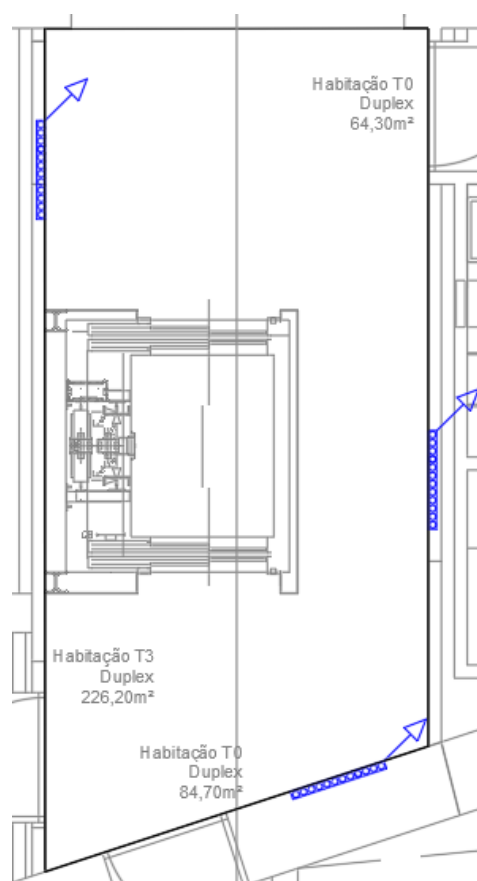


Figura 6.3. – Piso 0, possíveis localizações para colunas de abastecimento.

A hipótese de o conjunto de colunas ficar localizado na parede onde se encontra o elevador, não era viável porque depois em cada piso ia ser necessário contornar o elevador para fazer o abastecimento em cada fração. A hipótese de ficar na parede diagonal (a hipótese mais a sul representada na figura) foi excluída por essa parede ser de pedra, o que implicaria uma abertura de roços muito dispendiosa e por outro lado pode ser uma parede de cariz estrutural e não devem ser atravessadas tubagens na mesma. Por isso optou-se por colocar as colunas todas na parede em frente ao elevador.

No piso 4 (piso recuado), a sua arquitetura em nada tem de semelhante com os pisos inferiores o que levou a uma alteração da localização da coluna que abastece o recuado, mas apenas no piso 3, como se pode ver na figura seguinte:

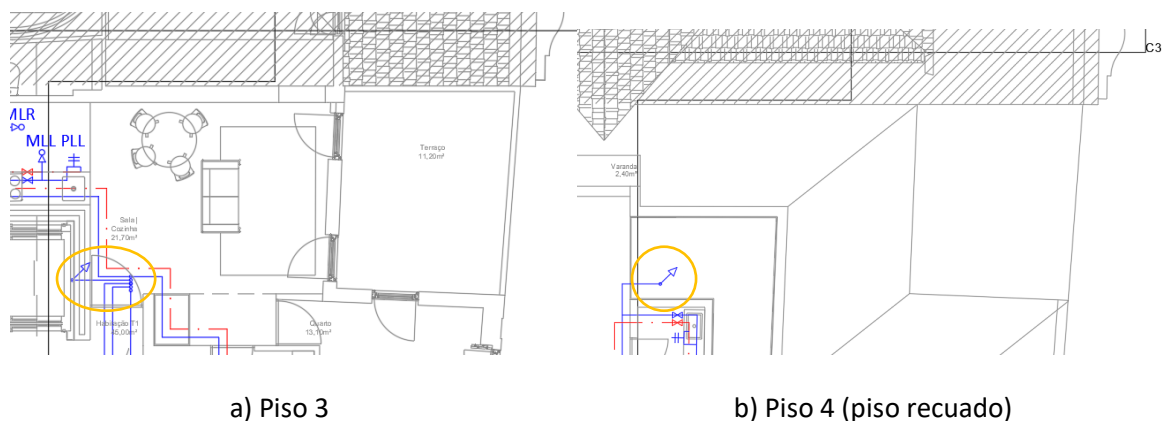


Figura 6.4. – Mudança de direção de uma coluna.

O desvio foi feito pela parede junto ao elevador, chegando piso do recuado pelo chão.

A descida da coluna de serviços comuns (condomínio), para o piso -1 para abastecer a zona exterior, para regas e limpezas, foi feita no canto direito da zona comum de forma a não chegar a ultrapassar nenhuma zona de fração como se pode ver na Figura 6.5.

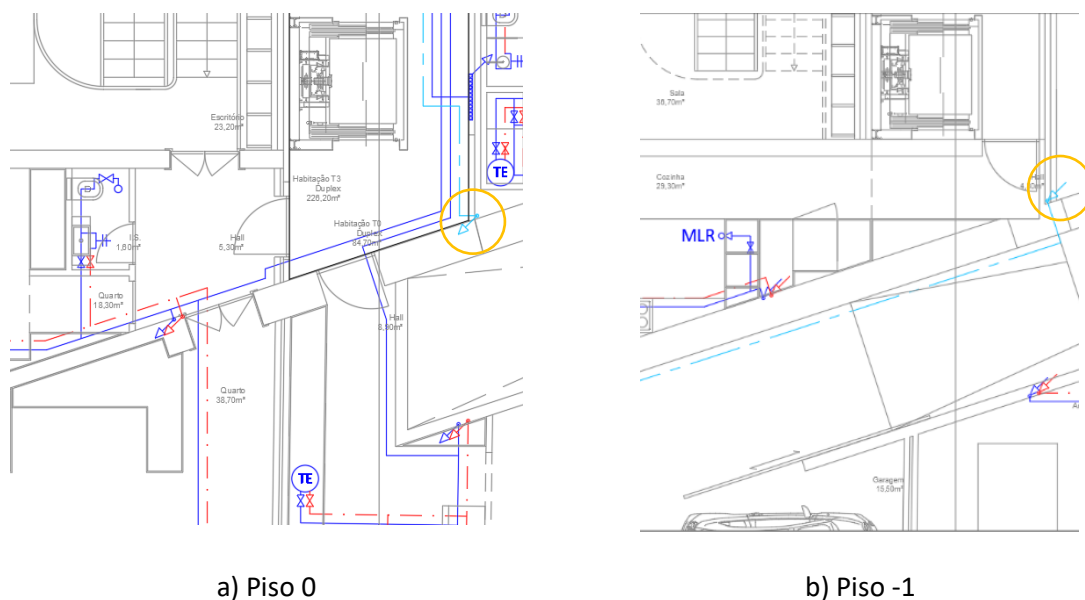


Figura 6.5. – Localização da coluna dos serviços comuns (SC)

O nicho de contadores ficou localizado na parede de entrada comum aos dois edifícios, junto ao nicho de contadores do edifício adjacente, como se encontra representado na Figura 6.6.

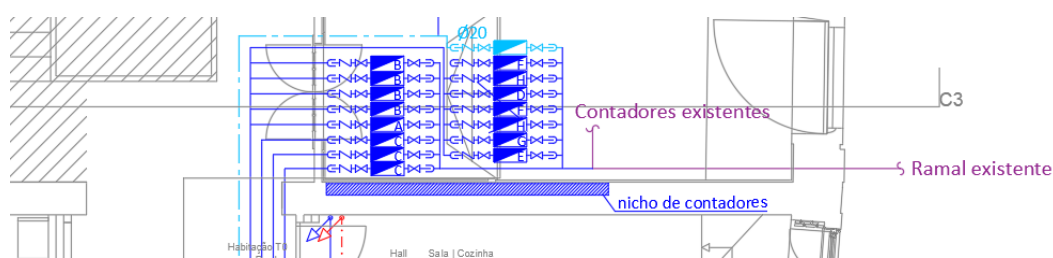


Figura 6.6. – Localização do nicho de contadores.

No final da definição do traçado, é feita a isométrica, que é a vista em 3D da rede de abastecimento. Esta vista tem por objetivo a percepção global da rede e dos pontos onde são efetuadas as subidas e descidas das colunas, como se pode ver na Figura 6.7.

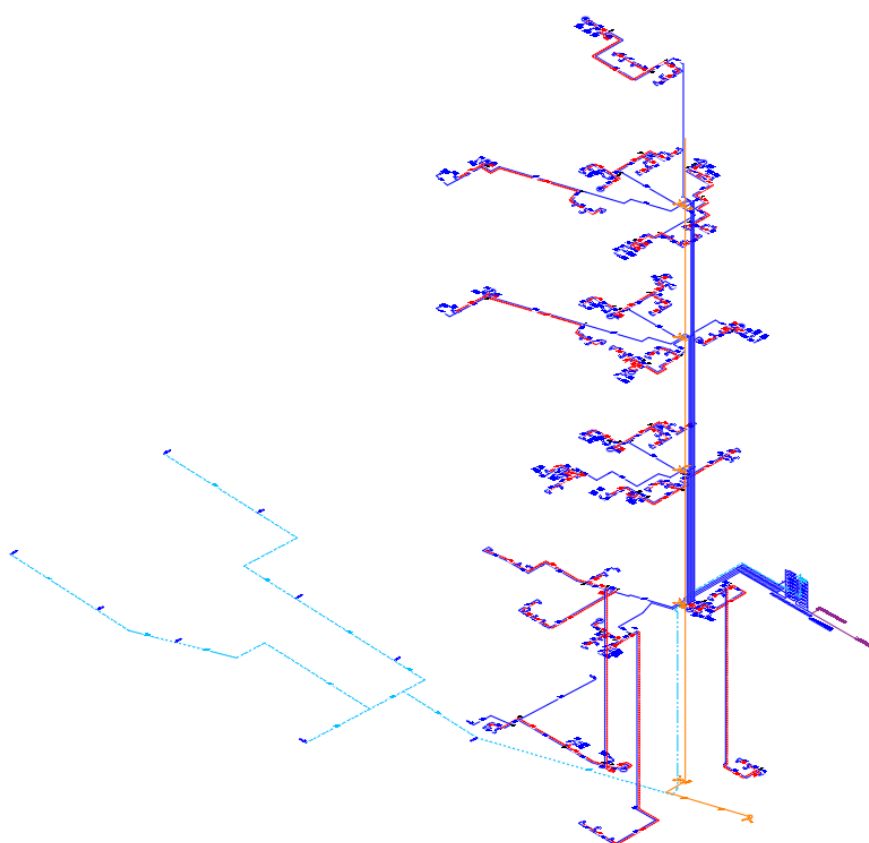


Figura 6.7. – Vista Isométrica da rede de abastecimento de água.

Esta vista não é feita à escala, as colunas de distribuição de água estão representadas muito acima da escala, para que se possa ver com clareza como é feita a distribuição de água ao longo dos pisos.

- **Dimensionamento**



No dimensionamento da rede de abastecimento de água interessa apenas fazer referência aos momentos em que a rede tem desníveis, por causa do valor das pressões em cada troço. Na Figura 6.8, a verde estão assinalados os valores dos desníveis positivos que os termoacumuladores encontram, neste caso a rede de água quente desce, beneficiando o sistema em termos de pressão. Como o valor final da pressão advém da soma das perdas e dos desníveis a vencer (entrando os valores como positivos para perdas), temos que entrar com o desnível como negativo, para representar um ganho.

Cálculo da rede de abastecimento de água interior															Tubagem		FISICOPROPIEDADES				
Iterações		REDE DE ÁGUA QUENTE													Água		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
		Norma da Tubagem: EN ISO 15874															Velocidade máx. (m/s)		2,00		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (usante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TOL 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Lav 0,10	MLR 0,20	Total (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (usante) (mca)	Pe (montante) (mca)
Piso 0																					
PLL	A1	1							0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,43	0,30	0,25	0,00	5,0	5,6
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,35	0,04	0,00	0,00	5,0	5,0
Lav	A		1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,61	0,19	0,25	0,00	5,0	5,5
Chuv	A2		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,49	0,19	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	A2					1			0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	0,37	0,02	0,00	0,00	5,0	5,0
A2	A		1	1					0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	6,94	2,20	0,25	-2,75	5,2	4,9
A	A1		2	2					0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	4,95	1,27	0,00	0,00	5,5	6,8
A1	Term 01	1		2		2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	1,16	0,12	0,25	0,00	6,8	7,1
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,70	0,34	0,00	0,00	5,0	5,3
Lav	B1		1	1		1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	10,47	3,32	0,25	-2,75	5,3	6,2
PLL	B1	1							0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,76	0,37	0,25	0,00	5,0	5,6
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,38	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	B2			1	1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,67	0,21	0,25	0,00	5,2	5,6
B1	B2	1	1	1		1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	1,30	0,31	0,00	0,00	6,2	6,5
B2	Term 02	1		2	2				0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	1,66	0,17	0,25	0,00	6,5	6,9
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,87	0,36	0,00	0,00	5,0	5,4
Lav	C3		1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	6,24	1,98	0,25	0,00	5,4	7,6
Lav	C3					1			0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	1,28	0,08	0,25	0,00	5,0	5,3
C3	C2		1	2					0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	1,49	0,28	0,00	0,00	7,6	7,9
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,54	0,32	0,00	0,00	5,0	5,3
Lav	Lav		1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,73	0,23	0,00	0,00	5,3	5,6
Lav	C2		1			2			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	1,33	1,40	0,25	0,00	5,6	7,2
C2	C1		2			4			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	3,41	0,36	0,00	2,75	7,9	11,0
Lav	C5					1			0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7,13	0,44	0,25	0,00	5,0	5,7
PLL	C5	1							0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,42	0,09	0,25	0,00	5,0	5,3
C5	C1	1				1			0,30	0,30	0,32	13,82	25	16,6	1,39	3,55	0,52	0,00	0,00	5,7	6,2
C1	Term 03	1		2		5			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	2,46	0,35	0,25	0,00	11,0	11,6
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,64	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	D2		1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	5,58	1,77	0,25	0,00	5,1	7,1
Chuv	Lav		1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,87	0,11	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	D2		1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	1,80	0,57	0,25	0,00	5,1	5,9
D2	D4					2		2	0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	3,85	0,99	0,00	0,00	7,1	8,1
PLL	D4		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	2,49	0,53	0,25	0,00	5,0	5,8
		FRIA	QUENTE	RESERVATÓRIO		Tubos		medições													

Figura 6.8. – Dimensionamento da rede de água quente.

No caso representado a laranja, na Figura., a rede de água quente tem de subir, trata-se de um esforço para o sistema e vai ser representado com sinal negativo, por isso o valor vai ser colocado como positivo.

Na rede de abastecimento de água fria, representada na Figura 6.8., a laranja encontra-se identificados os desníveis negativos, ou seja os troços da rede onde a rede de abastecimento desce para abastecer os pisos inferiores.

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																			
REDE DE ÁGUA FRIA																			
Iterações																			
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																			
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)										Q <sub>calc</sub>		Q <sub>calc</sub>		Q <sub>calc</sub>		Q <sub>calc</sub>	
Jusante	montante	TQL	MLL	MLR	PLL	Ban	Chu	Bid	Aut	Lav	Uri	Tlav	Total	Q <sub>calc</sub>	Q <sub>calc</sub>	Q <sub>calc</sub>	Q <sub>calc</sub>	Q <sub>calc</sub>	Q <sub>calc</sub>
		0,20	0,15	0,20	0,20	0,25	0,15	0,10	0,10	0,10	0,50	0,30	(l/s)	(l/s)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	U (m/s)
Piso 0																			
Term 01	A1				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36
MLR	PLL			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46
PLL	MLL				1								0,40	0,37	0,37	15,36	25	16,6	1,71
MLL	A1		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99
A1	A		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Lav	A						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Aut	A2						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Lav	A2									1			0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73
A2	A						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
A	Cont A		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40
Term 02	B2				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Lav	B2						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
B2	B1					1	3		1	3			1,05	0,58	0,58	19,26	32	21,2	1,65
PLL	MLR				1								0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46
MLR	MLL			1	1								0,40	0,37	0,37	15,36	25	16,6	1,71
MLL	B1		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99
B1	B		1	1	2		3		1	3			1,60	0,71	0,71	21,25	40	26,6	1,28
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Lav	B						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
B	Cont B		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40
Term 03	C1				1		2			5			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61
Tlav	C7										1		0,30	0,30	0,32	13,82	25	16,6	1,39
Aut	Lav								1				0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73
Lav	C7								1	1			0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46
C7	C6								1	1	1		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90
Tlav	C6								1			1	0,30	0,30	0,32	13,82	25	16,6	1,39
C6	C5								1	1		2	0,80	0,51	0,51	18,07	32	21,2	1,45
FRIA		QUENTE		RESERVATÓRIO		Tubos		medições		(4)									

Figura 6.9. – Dimensionamento da rede de abastecimento de água fria, desnível negativo.

Na rede de abastecimento de água fria, representada na Figura 6.9, a laranja encontra-se identificados os desníveis positivos, ou seja, os troços da rede onde a rede de abastecimento sobe para abastecer os pisos superiores.

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																			
REDE DE ÁGUA FRIA																			
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																			
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)										Q <sub>calc</sub> (l/s)		Q <sub>req</sub> (l/s)		Ø <sub>calc</sub> (mm)		Ø <sub>com</sub> (mm)	
Jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Q <sub>req</sub> (l/s)	Ø <sub>calc</sub> (mm)	Ø <sub>com</sub> (mm)	Ø <sub>int</sub> (mm)	U (m/s)
Term 06	F2				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Aut	F1						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Aut	F1						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
F1	F						2		2	2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36
PLL	MLL				1								0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46
MLL	F3		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
MLR	F3			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46
F3	F2		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99
F2	F		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79
F	Cont F		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40
Term 07	G				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81
MLL	MLR		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
MLR	PLL		1	1									0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
PLL	G		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Lav	G						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
G	Cont G		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	32	21,2	1,86
Term 08	H1				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Lav	H2						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
PLL	H2		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
H2	H1		1	1	1		1		1	1			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36
H1	H		1		2		3		1	3			1,40	0,67	0,67	20,60	32	21,2	1,89
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83
Aut	H						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61
H	Cont H		1		2		4		2	4			1,75	0,74	0,74	21,70	40	26,6	1,33

Figura 6.10. - Dimensionamento da rede de abastecimento de água fria, desnível positivo.

Finalizado o dimensionamento é necessário verificar que o troço final de cada fração, ou seja, o contador de cada fração, necessita de uma pressão que seja aproximada ou inferior à da rede pública de abastecimento de água. Para se saber qual o valor de pressão da rede pública na localização do edifício é necessário pedir, à entidade gestora da rede pública de abastecimento de água, neste caso, as águas do Porto, que indique a pressão nessa zona. A figura seguinte, apresenta uma parte do documento que indica o valor da rede no local do edifício.

REDES PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA			
REDE PÚBLICA		Pressão Estática	Pressão Dinâmica
		0,60 MPa	0,30 MPa
As novas ligações devem prever ramais de abastecimento de água com calibre de DN50mm (tubo tricamada PEAD PN10)			

Figura 6.11. – Pressão da rede pública na localização do edifício.

Consultados todos os valores de “Ps Jusante” na folha de cálculo da rede de abastecimento de água fria, verificamos que o maior valor que a rede precisa é 29 m. c.a.. A rede publica apresenta 0,30 MPa, que é o equivalente a 30 m.c.a. (valor da pressão dinâmica), logo a rede publica tem pressão suficiente para abastecer toda a rede predial em boas condições de pressão.

### 6.1.3 Projeto de Drenagem de Águas Residuais

O edifício em questão, como tem pisos inferiores, a drenagem de águas residuais, vai ser feita por três fases. A primeira, com a recolha das águas residuais provenientes dos pisos superiores ao arruamento que vem nos tubos de queda que já não vão recolher mais águas residuais nos pisos abaixo. A recolha é feita, através de uma rede suspensa no teto do piso 0. A segunda fase, com a restante recolha das águas residuais provenientes dos pisos superiores, através de uma rede de coletores suspensos no teto do piso -1, que liga à câmara de visita, na entrada da garagem. A terceira fase, consiste na recolha das águas residuais produzidas no piso inferior ao arruamento, através de um sistema de drenagem com um sistema de bombagem para fazer a elevação das águas, até à câmara de visita que se encontra na entrada da garagem, fazendo a descompressão diretamente na câmara de visita. Esta câmara de visita na entrada da garagem faz a junção de todas as águas residuais do edifício e liga à câmara ramal de ligação.

Na zona de passagem de veículos, não se colocaram caixas de visita (quadradas) mas sim câmaras de visita (redondas), porque, estas últimas apresentam maior resistência por serem armadas.

- **Dificuldades**

As dificuldades encontradas na realização deste projeto de drenagem de águas residuais foram:

- A localização dos tubos de queda, porque apesar das paredes se manterem iguais em todos os pisos, chegando ao último piso (piso recuado) estas deixam de existir, criando a necessidade fazer o desvio dos tubos de queda e dos tubos de ventilação.

Como ainda se trata de um edifício com algumas dimensões, são necessários vários tubos de queda em diferentes locais, para que a drenagem seja feita. Agrupar os tubos de queda (de forma a não ficarem todos dispersos e não haver necessidade de aberturas de roços em muitos locais diferentes) requer a conciliação entre pisos para a escolha do local mais conveniente para todos os pisos.

- **Traçado**

Começando com a definição dos ramais de descarga em todos os pisos, segue-se a análise dos melhores e possíveis locais para a colocação dos tubos de queda, com o mínimo de sítios diferentes possíveis. Analisando o piso que tem maior necessidade em número, de tubos de queda, não chegamos ao número de tubos de queda necessários, porque trata-se de um edifício com grandes áreas e isso poderia obrigar a ter ramais de descarga muito extensos para ligar os dispositivos aos tubos de queda existentes. É

preferível a colocação de mais tubos de queda em vez de ramais com grandes desenvolvimentos. A Figura 6.12 representa a vermelho, os possíveis locais para a colocação dos tubos de queda.

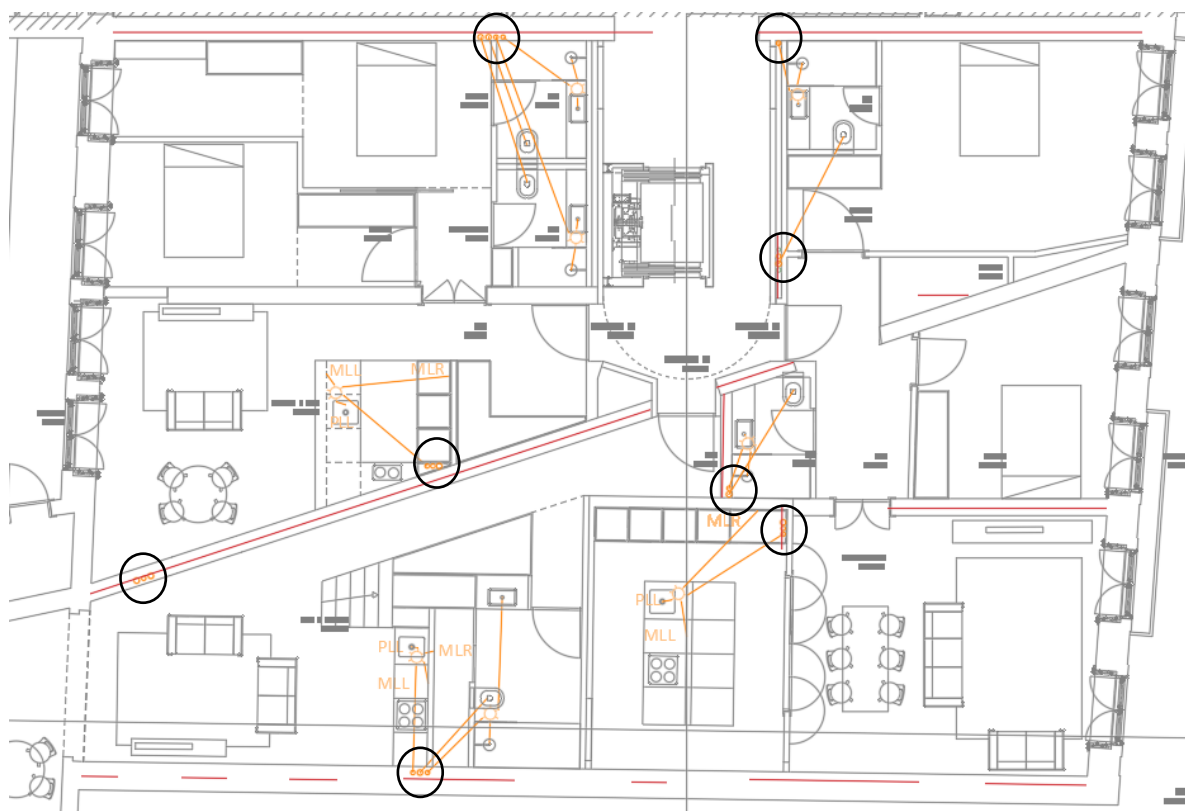


Figura 6.12. – Piso 1, possíveis locais para colocar os tubos de queda.

Estas linhas foram obtidas verificando nos pisos 3, 2, 1 e 0, as zonas comuns com paredes livre para fazer a travessia vertical das tubagens, para não haver mudanças de direção. Os círculos a preto, servem para realçar os locais escolhidos para a colocação dos tubos de queda. A escolha tentou ser o mais próximo possível das áreas a drenar para que os ramais tenham o menor comprimento possível e tentando que estes não se cruzem. Existem mais soluções possíveis para a colocação dos tubos de queda.

Tratada a solução dos tubos de queda, é necessário encaminhar as águas recolhidas pelos mesmos. Para esse efeito, no teto do piso -1, optou-se por colocar uma rede suspensa de coletores para fazer a recolha de todas essas águas residuais. Na Figura 6.13, encontram-se representados todos os tubos de queda existentes no edifício.

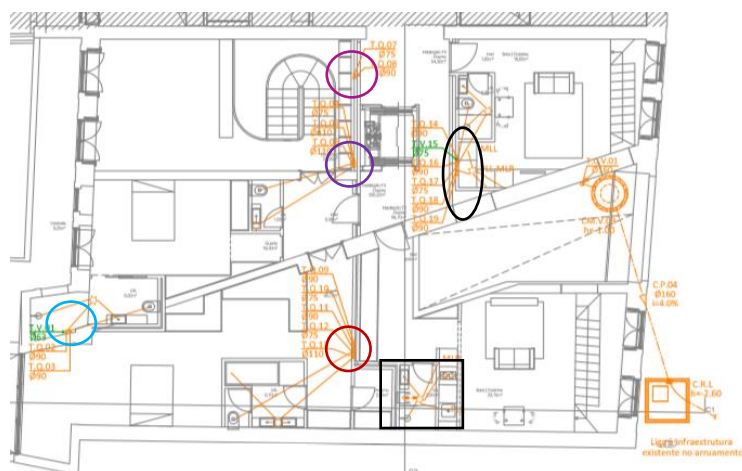


Figura 6.13. – Tubos de queda existentes no edifício, piso 0.

Os tubos de queda são todos recolhidos na rede suspensa de coletores, como representado na Figura 6.14.

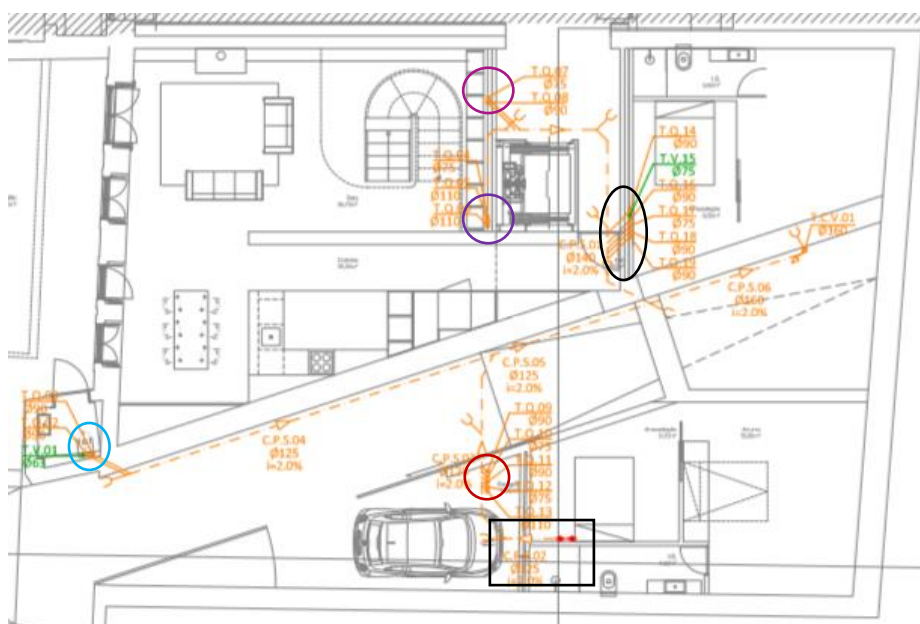


Figura 6.14. – Drenagem dos tubos de queda por rede suspensa de coletores.

Na zona do piso 0, representada na Figura 6.13 por um quadrado preto, é necessário fazer a drenagem mas nas proximidades não existe um tubo de queda que passe dentro da fração, existe tubos de queda que estão próximos, na fração ao lado. Ligar os ramais de descarga aos tubos de queda mais próximos não seria correto porque estaríamos a atravessar pelo chão de outra fração. Optou-se por fazer a drenagem por rede suspensa do teto do piso inferior que faz parte da mesma fração. Esta rede suspensa encaminha as águas residuais quase todas até a câmara de visita na entrada da garagem.

Importa referir que ao longo de toda a rede suspensa esta tem de poder ser varejável, ou seja, em caso de ser necessário desentupir alguma parte da rede, deve haver sempre uma zona de varejamento em todas as direções possíveis.

A drenagem dos pisos inferiores é feita ligando os ramais de descarga a câmaras ou caixas de visita, conforme estas se localizem em zona de passagem de veículos ou não, respetivamente.

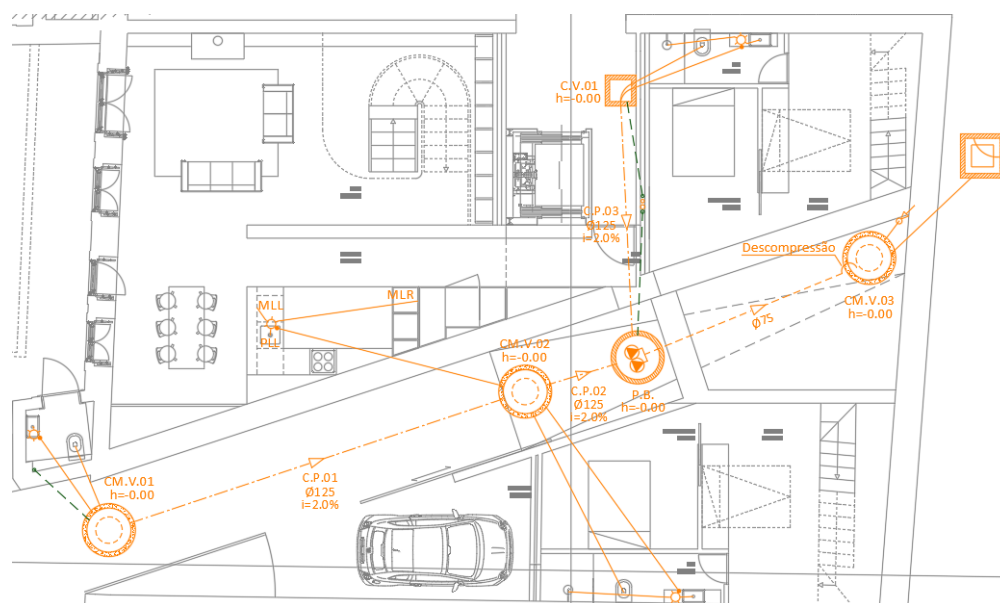


Figura 6.15. – Drenagem do piso -1.

A ventilação da primeira câmara de visita (CM.V.01), é feita com recurso a um tubo de ventilação que se prolonga desde a câmara de visita até à cobertura. Com a caixa de visita e com o poço de bombagem a ventilação é feita da mesma forma. A câmara de visita (CM.V.02) ventila através da CM.V.01., porque o escoamento não é feito em secção cheia.

As restantes caixas e câmaras de visita são ventiladas através dos tubos de queda. Todas as caixas de pavimento neste piso têm de ter boca de limpeza, por ser o piso térreo.

O poço de bombagem eleva as águas residuais até à cota necessária para entrar na câmara de visita que se encontra na entrada da garagem. O sistema de bombagem tem de conseguir superar o desnível geométrico provocado pela rampa. A descompressão da tubagem é feita diretamente para a câmara de visita. Outra opção seria elevar estas águas residuais até à rede de coletores suspensos que se encontra no teto do piso -1, fazer a descompressão através de um pescoço de cavalo, aqui a descompressão iria fazer-se por aumento do diâmetro, fazendo o fluído perder pressão.

Por fim fica apenas a faltar ligar a câmara de visita que se encontra na entrada da garagem à camara ramal de ligação que se encontra no passeio público junto ao edifício.



### 6.1.4 Projeto de Drenagem de Águas Pluviais

- **Dificuldades**

Neste projeto nas traseiras como tem uma zona de estacionamento e jardim grande também foram tomadas algumas precauções, nomeadamente: a colocação de rede de drenos mesmo no jardim, torneiras nas zonas de estacionamento, para lavagens e no jardim para regas; colocação de grelhas para recolha de águas pluviais na zona de estacionamento; colocação da rede de drenos a passar junto aos muros de forma a fazer a drenagem dos mesmos, evitando cargas excessivas que levam a problemas de segurança estrutural.

Conciliar o sistema de drenagem de águas residuais domésticas com as águas residuais pluviais, para que exista o mínimo de cruzamento de redes e que as caixas não fiquem demasiado juntas.

- **Traçado**

O traçado começa pela cobertura, com a definição dos sentidos dos escoamentos dos telhados. Na cobertura mais elevada só são colocadas caleiras nas zonas onde existe varanda, para que estas não caiam diretamente na varanda, como se pode ver na Figura 6.16.

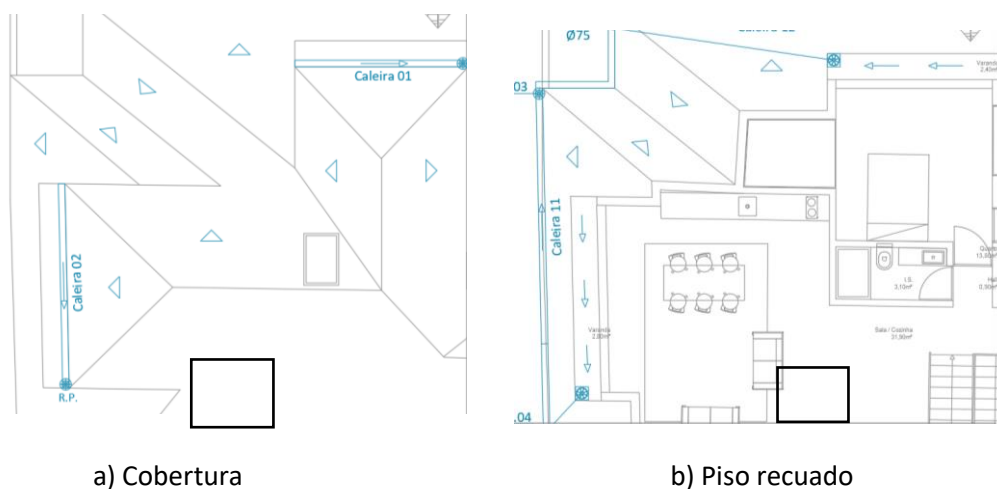


Figura 6.16. – Drenagem de águas pluviais na cobertura.

No piso recuado, são feitas as drenagens das varandas através de sifões de campainha colocados nas mesmas. As águas que são recolhidas nas caleiras sobre as varandas, afluem para o telhado do piso recuado, sendo depois escoadas com as águas pluviais que caem nessa parte.

As caleiras são colocadas a toda a volta do edifício, encaminhando as águas para quatro tubos de queda, cada um recolhe parte das águas. Dois dos tubos de queda encaminham as águas pluviais pela parte



frontal do edifício, aproveitando as ligações já existentes para o escoamento das águas. Os outros dois tubos de queda encaminham as águas pluviais para as traseiras do edifício. Estas águas serão escoadas com todas as águas provenientes das traseiras. Os tubos de queda apresentam traçado retilíneo ao longo de todo o seu desenvolvimento.

No piso 0, Figura 6.17., no pátio é colocada uma caixa de visita para fazer a recolha das águas provenientes dos tubos de queda.

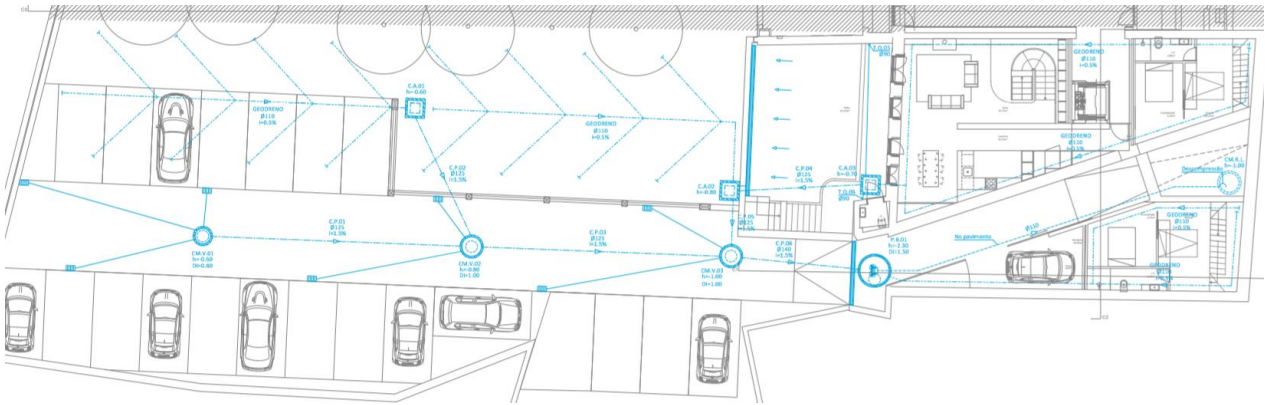


Figura 6.17. – Drenagem piso -1.

O pátio deve ter uma ligeira inclinação para a zona onde se encontra uma grelha que faz a drenagem das águas. Optou-se por colocar uma caixa no canto direito inferior do jardim, para receber as águas da caixa de visita do pátio assim como às águas pluviais do mesmo. Esta caixa de visita recolhe ainda parte das águas recolhidas pela rede de drenos colocada em espinha na zona de jardim. Optou-se por dividir a formação em espinha dos drenos, para não ficar uma zona demasiado extensa de drenos. A zona de estacionamento deve ter pendentes para as zonas de grelha, para que as águas sejam facilmente recolhidas pelas mesmas, como esta zona ter baixa permeabilidade optou-se por não colocar uma rede de drenos em espinha nesta zona. Em volta de toda a área tanto exterior como do edifício está colocada a rede de drenos para que o nível freático nunca seja excessivo e provoque problemas. No fim da rampa, foi colocada uma grelha para fazer a recolha das águas para que as mesmas não passem para a zona coberta.

A ventilação das caixas e câmaras de visita, assim como do poço de bombagem é feita através de toda a rede, pelas aberturas com o exterior que permitem a circulação de ar.

As águas são todas elas encaminhadas até a câmara de visita que antecede o poço de bombagem. Neste, são elevadas até ao nível do arruamento. Optou-se por colocar o poço de bombagem e câmaras de visita do lado esquerdo de quem entra na garagem, de forma a não se sobre por ao sistema de drenagem de águas residuais, que passa maioritariamente do outro lado, como se pode ver na Figura 6.18.

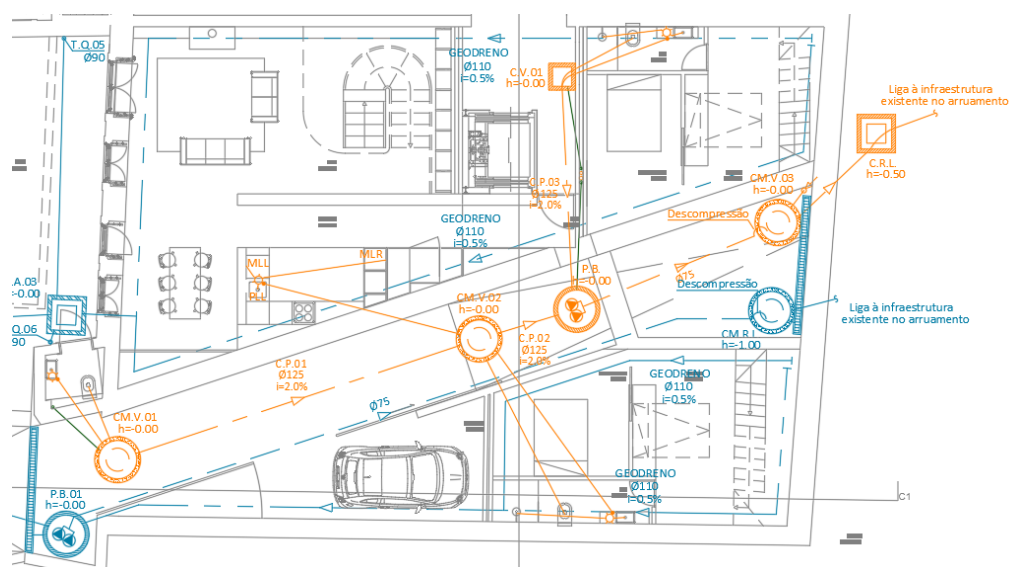
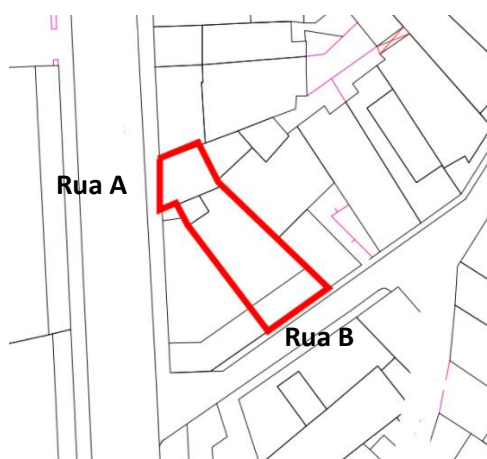


Figura 6.18. – Conciliação de sistemas de drenagem.

Os ramais de descarga, drenos e coletores de águas residuais quando se cruzam no desenho não são um problema, porque passam em cotas distintas. O ramal de ligação deve representar a orientação que vai necessitar de ter para conseguir ligar ao sistema público de drenagem de águas residuais pluviais.

## 6.2 PROJETO F

### 6.2.1 Descrição do Edifício



a) Localização



b) Localização vista satélite.

Figura 6.19. – Localização do edifício

O edifício em causa é constituído por 5 pisos (cave, piso 0, 1, 2 e piso 3) com duas entradas distintas. Uma localizada na “Rua A” que apenas dá acesso a uma fração autónoma e outra na “Rua B”, que dá acesso as restantes cinco frações. A fração A, de tipologia T2 duplex com pátio ocupa parte do piso 0 e da cave.

Pela entrada da Rua B têm acesso as seguintes frações:

Fração B – Tipologia T2 Duplex, ocupa parte frontal do edifício, no piso 0 e na cave.

Fração C – Tipologia T1, virada para a rua ocupa parte do piso 1.

Fração D – Tipologia T2, ocupa o restante do piso 1, com parte voltada para a Rua A.

Fração E – Tipologia T0 Duplex com terraço, ocupa a parte do piso 2, voltado para a Rua B e todo o piso 3.

Fração F – Tipologia T2, ocupa o restante do piso 2, com parte voltada para a Rua A.

As plantas deste edifício encontram-se no anexo II, com os traçados e respetiva folha de cálculo de cada tipo de projeto (abastecimento de água, drenagem de águas residuais, drenagem de águas pluviais).

Este edifício foi escolhido porque: (i) tinha duas entradas distintas, (ii) fica localizado entre edifícios, (iii) tem parte da cave abaixo do nível do arruamento, obrigando à instalação de grupos de bombagem, (iv) a sua arquitetura apresenta características invulgares e formas irregulares, por ser um edifício antigo e estar localizado entre edifícios.

### 6.2.2 Projeto de Abastecimento de Água

- **Dificuldades:**

Existem duas entradas diferentes, e, atendendo a esse facto, vão existir dois ramais de ligação diferentes, um para cada entrada, uma vez que servem frações distintas.

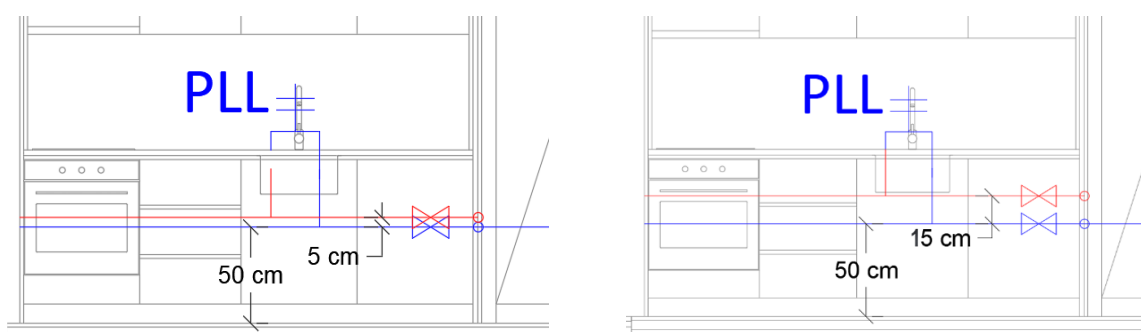
O traçado é relativamente sinuoso na zona de entrada comum e dentro das frações devida à arquitetura e frações de tipologia duplex (ver desenhos em anexo).

Na entrada que dá acesso às cinco frações, a zona comum de entrada apresentava, logo na sua entrada, escadas e a entrada para uma das frações, impossibilitando a colocação do nicho de contadores imediatamente na entrada do edifício por falta de espaço.

- **Traçado:**

O traçado normalmente é feito do ponto mais afastado de cada piso, até ao ramal de ligação, de forma a ser mais fácil verificar qual o melhor local no edifício para fazer a subida entre pisos. Desta forma o desenvolvimento de todo o traçado vai ser explicado pela mesma ordem.

Começando pelo piso 3: iniciando o traçado do quarto de banho, é necessário ter presente que, sempre que possível, a colocação das tubagens é feita pelas paredes, a 50 cm do chão, embora, como as plantas são em 2D não seja possível ter essa perceção nos desenhos. Quando tal não é possível, é considerada a sua colocação no chão, junto às paredes. A tubagem de água quente e a de água fria devem estar sempre distanciadas de 5 cm, sendo que, no caso de estarem numa parede, a de água quente deve estar acima da de água fria, como representado na figura seguinte.



a) Desenho com as dimensões regulamentares

b) Desenho com dimensões adequadas para representação

Figura 6.20. – Distâncias a cumprir entre as redes de água fria e as redes de água quente

Ao desenhar o traçado, se forem cumpridas as distâncias entre a tubagem de água quente e a água fria, o traçado fica muito próximo e de difícil distinção, como se pode verificar na Figura 6.20. a). Para evitar estes problemas optou-se por desenhar as tubagens de água quente e água fria com uma distância de 15 cm. A representação das tubagens em planta é, também, representada com 15 cm de afastamento das paredes, para facilidade de representação.

Nos quartos de banho importa ter em atenção que é necessária a colocação de válvulas de corte antes da alimentação dos dispositivos, para, caso exista alguma avaria, ser possível fechar a passagem de água e reparar a avaria. A Figura 6.21. apresenta um exemplo das soluções adotadas para os quartos de banho do piso 3. A localização deve ser num local de fácil acesso, mas que não fique à vista, como por exemplo, dentro de um móvel do lavatório, atrás das peças de loiça sanitária, etc.

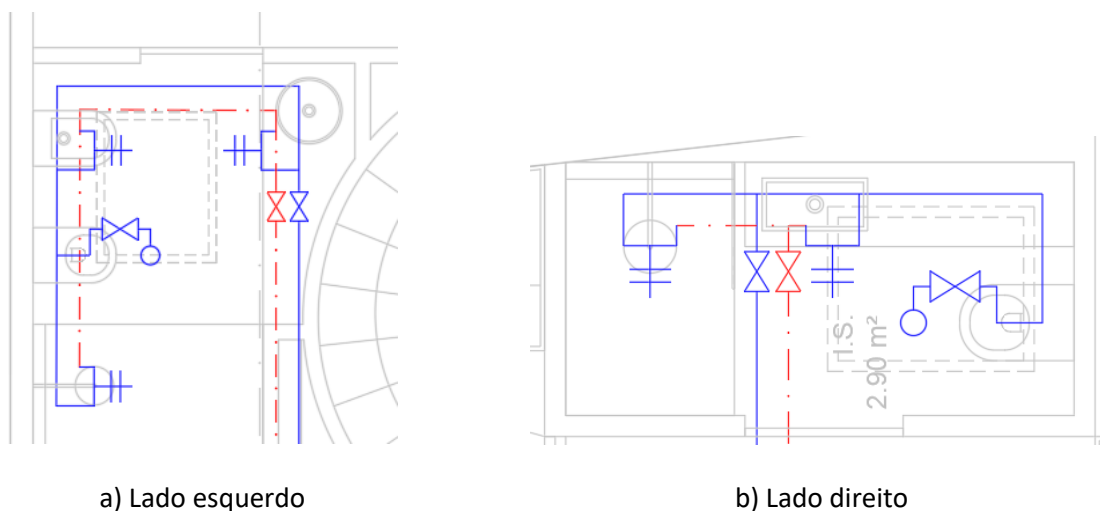


Figura 6.21. – Quartos de banho piso 3

No caso de não ser possível fazer a colocação da tubagem na parede, no traçado na zona da base de chuveiro é necessário ter o cuidado de a tubagem nunca passar nessa zona do chão, senão quando for necessário aceder a essa tubagem é necessário mexer também na base do chuveiro.

No caso das cozinhas como, por exemplo a do piso 2 (Figura 6.22. a)), os dispositivos: máquina de lavar loiça (MLL), pia lava loiça (PLL) e por vezes, também, a máquina lava roupa (MLR), podem estar todos abastecidos em linha, precedidos de válvulas antes do seu abastecimento para, em caso de avaria da pia lava loiça, seja possível fechar o abastecimento a este compartimento, para a sua reparação.

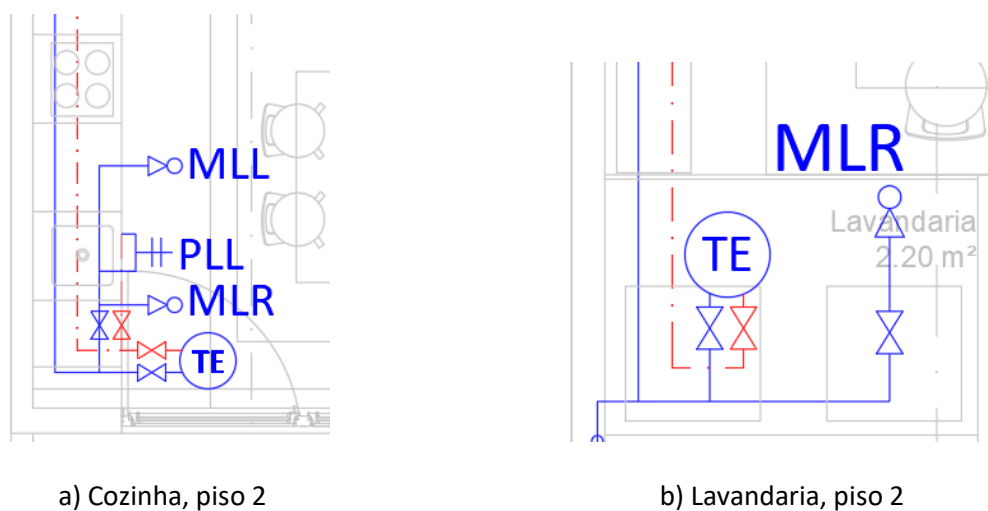


Figura 6.22. – Traçado da rede de abastecimento em zona de ligação a dispositivos.

Os dispositivos de aquecimento de água, são introduzidos na cozinha ou lavandaria, ou noutra zona, conforme seja melhor em termos de trajeto de abastecimento. Não podem ficar colocados em linha com outros aparelhos e o seu abastecimento não pode estar dependente do bom funcionamento de outros dispositivos (Figura 6.22). Este dispositivo tem de ter também duas válvulas, uma à entrada de água fria

e outra à saída de água quente, de forma ser possível cortar a distribuição de água do aparelho em caso de avaria.

Nas frações duplex, como na fração B, o sistema de distribuição de água tem de subir ou descer um piso, conforme os casos, dentro da própria fração como se pode ver na Figura 6.23.

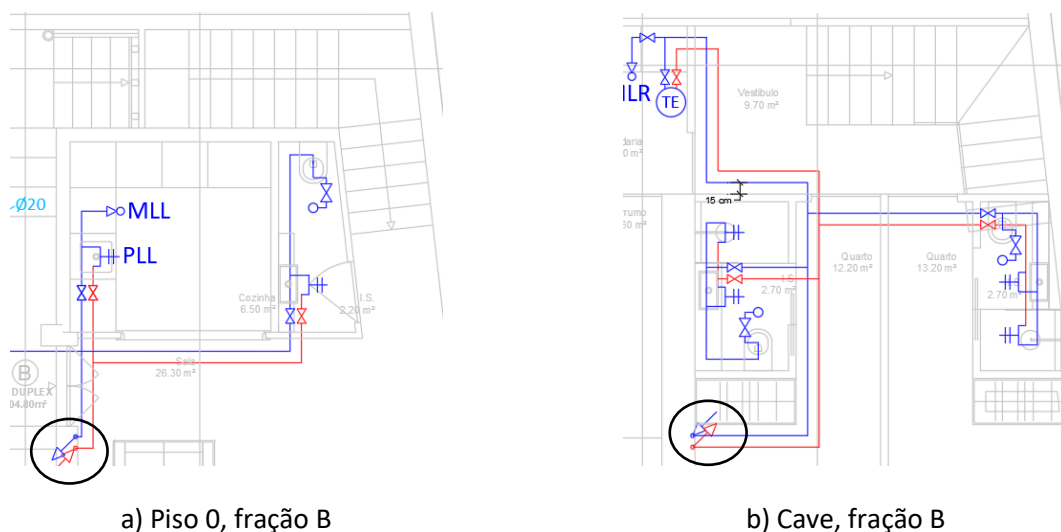


Figura 6.23. – Subida da rede de águas quente e descida da rede de água fria.

Após ser definido o traçado da rede em cada piso, falta definir o melhor local para fazer a subida da tubagem de abastecimento (coluna). Como já foi referido a única parede em zona comum ao longo de todo o desenvolvimento do edifício é a parede meeira “esquerda”, de acordo com a entrada no edifício, por isso optou-se fazer a subida no canto dessa parede, na caixa de escadas, como se pode ver na figura anterior.

- **Dimensionamento:**

O processo de dimensionamento não teve nenhum pormenor distintivo, pelo que cumpriu a metodologia explicada no subcapítulo 2.5.

### 6.2.3 Projeto de Drenagem de Águas Residuais

- **Dificuldades:**

Como a cave fica abaixo do nível do arruamento e tem instalações sanitárias e lavandaria, para a drenagem das suas águas residuais, seguindo o regulamento, é necessário colocar um sistema de bombagem, de forma a elevar as águas residuais para um nível igual ou superior ao do arruamento,

ligando à rede de drenagem gravítica dos pisos superiores ou diretamente à caixa. A colocação de qualquer tipo de caixas e poços de bombagem na cave é um problema uma vez que neste piso não existe zona comum para a colocação das mesmas. O posicionamento dos tubos de queda também apresenta alguma dificuldade, tal como ocorre na decisão da colocação da coluna de abastecimento de água.

O traçado dos tubos de queda tornou-se complicado, porque no projeto de arquitetura não foram previstos locais para as coretes. Outro problema foi a arquitetura de cada piso ser muito variável, deixando apenas as paredes que limitam o edifício (paredes de empena) como as únicas com o mesmo alinhamento em toda a altura do edifício. Como tal, o traçado dos tubos de queda passou então por essas paredes.

- **Traçado:**

A rede de drenagem começa no ponto de recolha de cada dispositivo. As águas negras, são as únicas que ligam diretamente ao tubo de queda, as restantes águas, dentro da divisão onde se encontram ligam primeiro a uma caixa de pavimento, como se pode ver nos exemplos da Figura 6.24.

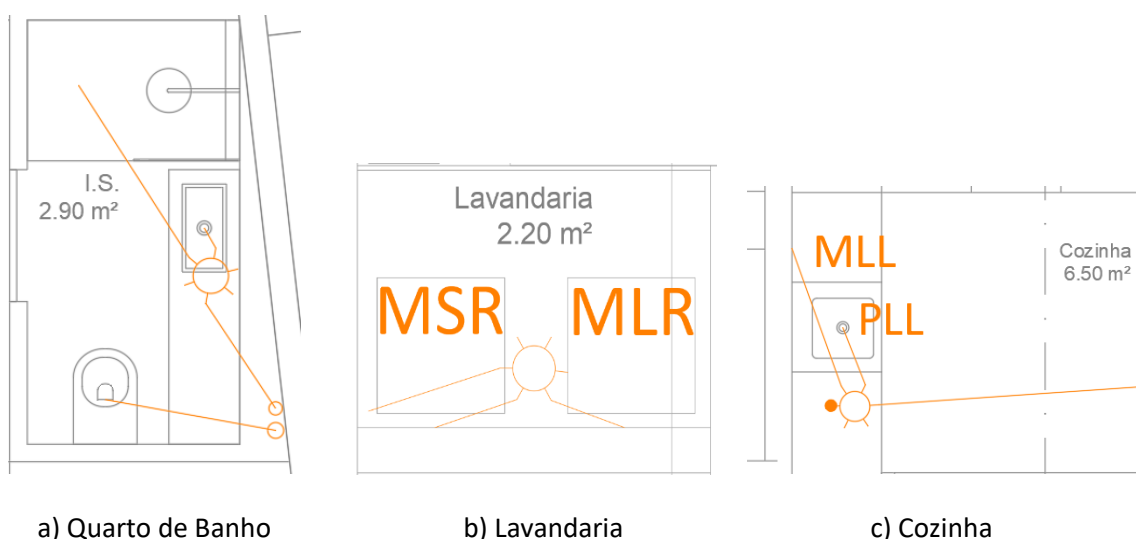


Figura 6.24. – Traçado de ramais de descarga e de ligação às caixas de pavimento e tubos de queda.

Por sua vez, será a caixa de pavimento a ser ligada ao tubo de queda. O tubo de queda das águas negras normalmente tem um diâmetro de 90 mm, devido à condicionante do ramal de descarga da sanita, e o de águas saponáceas 75 mm. Cada tubo de queda em cada piso, só pode receber uma ligação, ou seja, um tubo de queda de águas negras só pode ter ligação de uma sanita, por piso. De igual forma, um tubo de queda de águas saponáceas só pode ter uma caixa de pavimento por piso ligada ao mesmo. Por esse motivo, é que, no caso seguinte (Figura 6.25) não se colocou uma caixa de pavimento no quarto de banho para ligar o lavatório, caso contrário seria necessário colocar mais um tubo de queda.

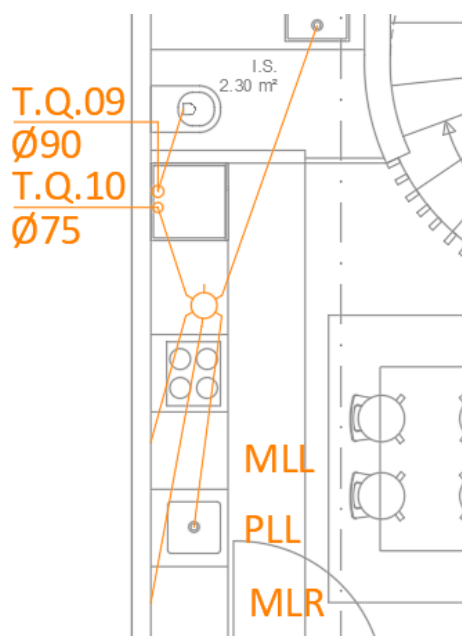


Figura 6.25. – Piso 2

Como tal, optou-se por ligar o lavatório à caixa de pavimento da cozinha adjacente. Saliente-se que, se se tratasse de um quarto de banho completo (banheira/ chuveiro, bidé, lavatório), seriam demasiados aparelhos para ligar a uma caixa de pavimento de uma cozinha com diversos dispositivos. Nesse caso o mais provável seria a colocação de mais um tubo de queda.

Ao começar a fazer o traçado do sistema de drenagem de águas residuais é necessário analisar onde podem ser colocados os tubos de queda de forma a não ser necessário fazer desvios ao longo do seu desenvolvimento. Refira-se, no entanto, que só é necessário considerar os pisos superiores ao arruamento, porque, normalmente os tubos de queda não se prolongam até aos níveis inferiores. Normalmente ficam nos cantos das divisões, e neste caso a maior parte junto às paredes meeiras.

Considerando estes aspetos, a análise inicia-se no piso em que existe um maior número de dispositivos a drenar e começando a definição do traçado. De facto, o piso que tiver o maior número de dispositivo vai, normalmente, condicionar o número de tubos de queda. Porém, tal não quer dizer que seja esse piso que define a localização dos tubos de queda. Nesse sentido, considera-se a análise do piso 2 (que é muito semelhante ao piso 1) e a forma como se liga ao piso inferior adjacente.

Como se pode verificar pela Figura 6.26 a), todos os tubos de queda terminam no teto do piso 0, onde seguem por uma rede suspensa, até culminarem num único coletor suspenso que vai descer por um coletor vertical junto à entrada do edifício, ligando à caixa de visita localizada na entrada. Optou-se por esta solução, porque no piso 0 não eram necessários tantos tubos de queda.





As águas residuais produzidas no piso 0 também são recolhidas em rede suspensa no teto da cave, descendo, depois, por outro tubo coletor vertical até à caixa de visita na entrada como se pode ver na Figura 6.27.

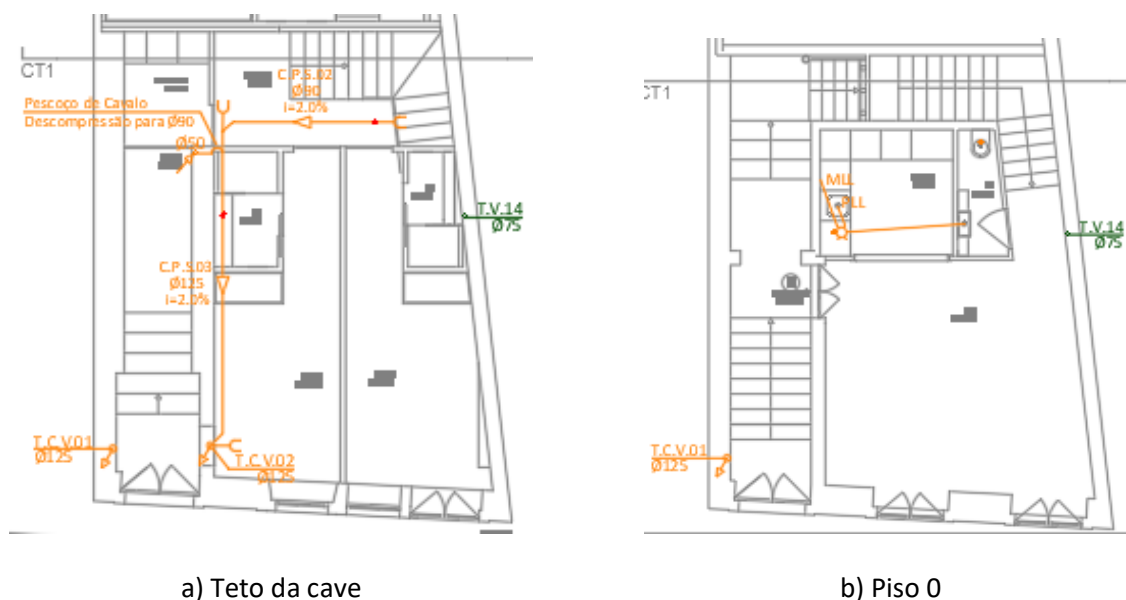


Figura 6.27. – Drenagem do piso 0, fração B

Se as águas residuais produzidas no piso 0 fossem drenadas no chão da cave, aumentaria o volume de água a ser bombeada, o que levaria a um aumento dos custos de energia. Por esse motivo, foram antes drenadas por uma rede suspensa com nível superior ao arruamento.

A cave como está a um nível inferior à cota do arruamento, é considerada inundável, por isso todas as águas produzidas nesse piso tem de ser bombeadas para um nível superior ao do arruamento. A necessidade de colocação de um poço de bombagem, em zona comum como é aconselhável, na cave é impossível, porque a mesma não existe neste piso. Toda a área da cave é zona da fração A ou B.

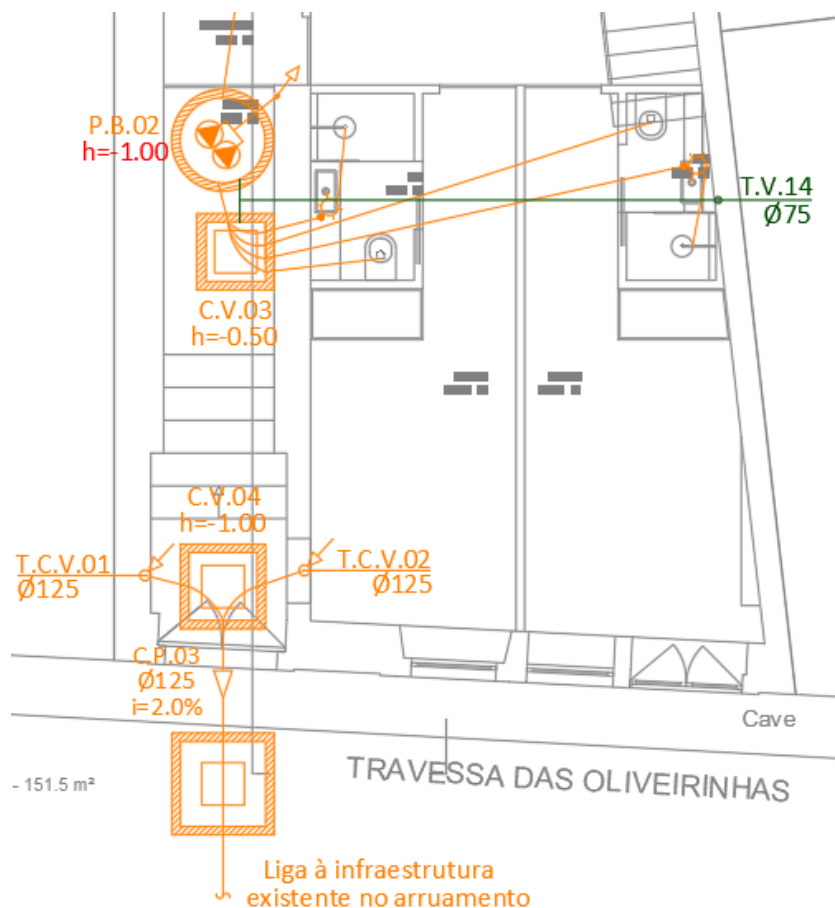


Figura 6.28. – Drenagem de águas residuais produzidas a nível inferior ao arruamento.

Na fração B optou-se por elevar as águas até ao coletor suspenso no teto do piso 0. O poço de bombagem ficou colocado debaixo das escadas de forma a ficar escondido, mas a ficar acessível pela lavandaria. A caixa de visita que antecede o poço de bombagem, teria de ser de fundo roto se alguns dos tubos que estão a entrar na caixa fizessem um ângulo de 90º ou superior com o coletor que sai da caixa de visita, daí o coletor estar desviado. O tubo de ventilação 14, serve apenas para fazer a ventilação da caixa de visita e do poço de bombagem. Note-se que, se alguns dos dispositivos a montante estivessem a descarregar para um tubo de queda com prolongamento até a atmosfera, já não era necessário ter tubo de ventilação, porque a ventilação do poço de bombagem e caixa de visita seria feita através desses elementos. Na cave, as caixas de pavimento colocadas no quartos de banho e cozinha, têm de ter boca de limpeza.

A drenagem das águas residuais da cave da fração A é feita através da recolha das todas as águas residuais até um poço de bombagem onde as águas são elevadas até uma caixa de descompressão ao nível do arruamento, junto da entrada da fração. Esta caixa de descompressão encaminha todas as águas até a caixa ramal de ligação da fração. Na fração A, as águas provenientes do piso 0, são encaminhadas até à

cave, para em conjunto com as restantes águas residuais da fração serem elevadas até ao nível do arruamento.

- **Dimensionamento:**

O dimensionamento da rede de drenagem de águas residuais não apresentou dificuldades especiais, nem pormenores de relevância, por isso o mesmo não será apresentado neste ponto.

#### 6.2.4 Projeto de Drenagem de Águas Pluviais

- **Dificuldades:**

No piso 2, que é recuado, existe uma varanda da qual é necessário escoar as águas pluviais e de limpeza da mesma. Como existe a possibilidade de as águas a escoar não serem apenas provenientes das chuvas, mas sim das limpezas da varanda, logo podendo conter detergentes e dejetos de animais domésticos, por exemplo, estas não podem ser encaminhadas para um tubo de queda que escoe as águas para o passeio, devendo estar ligado a um órgão de drenagem de águas pluviais público, valeta por exemplo.

Na cave, na entrada da fração A, tal como no sistema de drenagem de águas residuais, é necessário colocar um poço de bombagem de forma a elevar as águas provenientes dos drenos colocados na periferia do edifício e das águas provenientes do pátio. A sua localização, à semelhança do que ocorre na drenagem de águas residuais apresenta a mesma dificuldade.

- **Traçado:**

A definição da rede de drenagem de águas pluviais inicia-se pelo topo do edifício, indicando as pendentes do telhado ou cobertura, com setas como indicado na Figura 6.29.

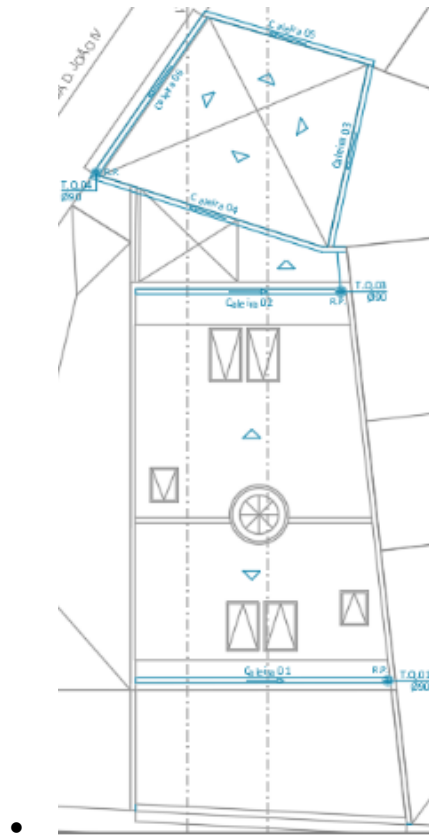


Figura 6.29. – Drenagem de cobertura

De seguida são definidas as caleiras, que, normalmente, estão no final de cada pendente, como se pode

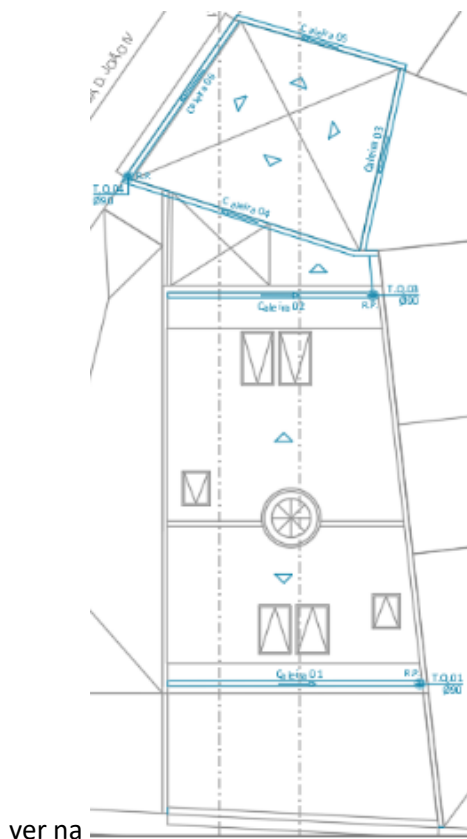


Figura 6.29. As águas recolhidas pelas caleiras são encaminhadas pelos tubos de queda até ao chão, onde ligam a caixas ou dispositivos públicos de drenagem de águas pluviais. No caso de haver ligações existentes, estas são normalmente utilizadas. Nos pátios, varandas, terraços para recolha de águas pluviais, é conveniente a colocação de uma grelha ou de um sifão de campainha ou fazer um rebaixamento do pavimento com desnível na superfície a drenar com um ralo de pinha na zona de ligação ao tubo de queda para que o lixo que advém das zonas a drenar não passe para o tubo de queda, como representado na Figura 6.30.

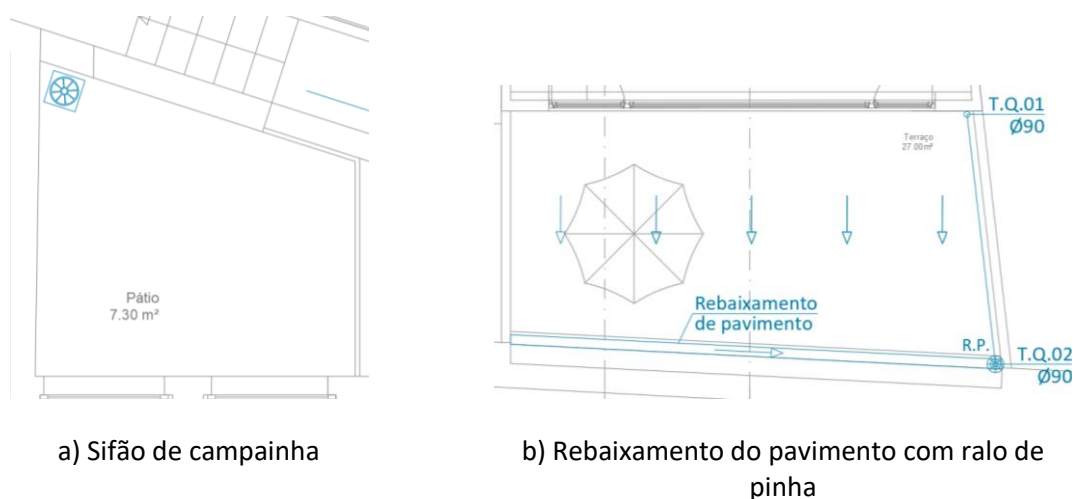


Figura 6.30. – Drenagem de águas pluviais

No piso 2, na zona do terraço, o tubo de queda 1 que vem da cobertura, segue por um tubo enterrado no pavimento até ao tubo de queda 2. Os restantes tubos de queda são iguais em todos os pisos, pois têm um desenvolvimento retilíneo ao longo da altura do edifício. Todos eles estão a escoar as águas para o lado exterior ao edifício, uma vez que, se as águas estivessem a ser escoadas para a base do edifício, teriam de ser bombeadas para o nível do arruamento.

Neste projeto foi necessária a colocação de um poço de bombagem de águas apenas devido às águas provenientes das águas do pátio da fração A e da rede de drenos, como se pode ver na Figura 6.31.

O local para colocar o poço de bombagem foi o pátio da fração A, para evitar que o mesmo ficasse dentro de casa, minimizando assim o ruído sentido pelos arranques do motor. O pátio, como tem dimensões reduzidas foi colocado um sifão de campainha para a recolha das águas provenientes das chuvas ou de lavagens do pátio.

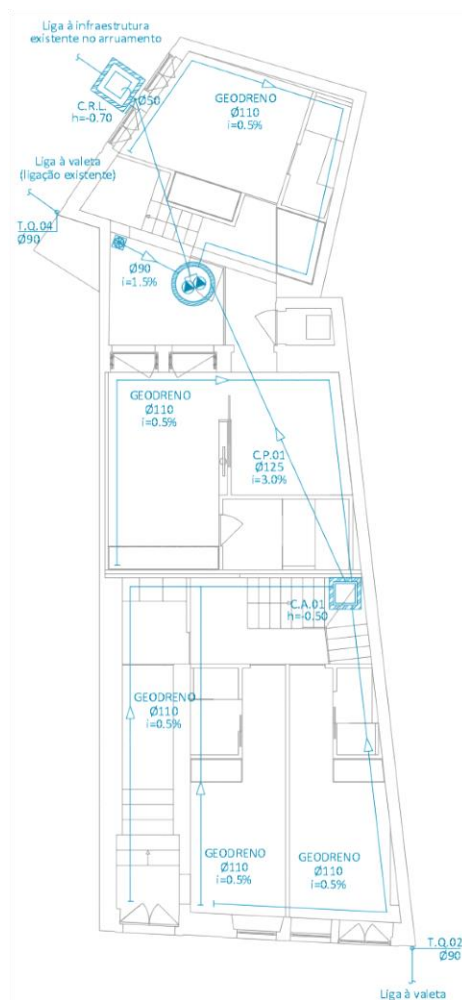


Figura 6.31. – Drenagem de águas abaixo do nível do arruamento.

Como o piso da cave é partilhado por duas frações e uma delas é independente, deveriam existir dois poços de bombagem, um para drenar as águas dos drenos que se encontram na zona da fração B e outro para drenar as águas dos drenos que estão na fração independente (fração A) mais as águas das chuvas e limpezas do pátio dessa fração. No entanto na fração B não existe local adequado para colocar mais um poço de bombagem nem tal se justifica para apenas uma rede de drenos tão pequena, por isto optou-se por ligar toda a rede de drenos ao poço de bombagem da fração independente.

As águas que chegam ao poço de bombagem são elevadas até à câmara ramal de ligação que, por sua vez, liga ao sistema público. Como o sistema público é separativo a caixa ramal de ligação das pluviais liga ao coletor público de águas pluviais se não fosse separativo tinha de ser ligado ao coletor público de águas residuais.

## 6.3 PROJETO H

### 6.3.1 Descrição do Edifício

Este edifício localiza-se na baixa do Porto, destina-se a apartamento turístico, de tipologia T0. Este edifício terá uma zona de receção logo na entrada, e ao lado a zona de acesso às zonas comuns. No piso seguinte, localiza-se um apartamento de tipologia T1+1 e zona de lavandaria. No piso 2, existem dois apartamentos de tipologia T1. No piso 3, existem dois apartamentos T0, assim como no piso 4. No último piso existe apenas um apartamento de tipologia T1+1. Este lote tem logradouro de vastas dimensões, que vai ser apenas utilizado como jardim.

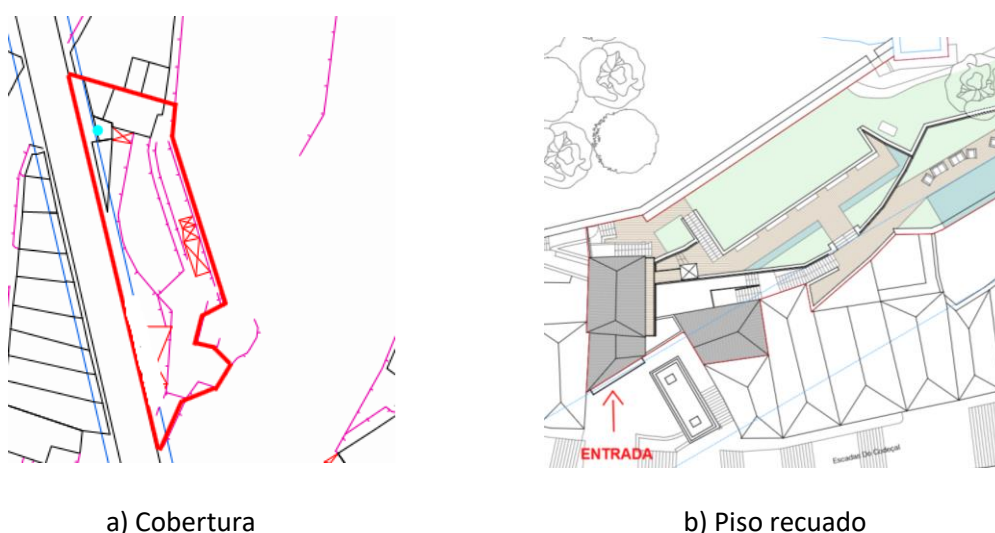


Figura 6.32. – Localização do edifício

Este projeto apresenta uma particularidade. O edifício principal não tem nenhuma singularidade arquitetónica fora do normal na baixa do Porto. No entanto, observando os pisos 1 e 2, repara-se que estes apresentam maior área, com desenvolvimento para o edifício adjacente contíguo. O que acontece é que dois pisos do edifício adjacente fazem parte do edifício, encaixando-se nos pisos 1 e 2.

Na elaboração deste projeto foi tomado em consideração que no futuro o proprietário pode querer vender o edifício em apartamentos, o que implica que o abastecimento de água para os jardins e lavandaria deva ser feito num abastecimento independente de forma a poder ser ligado ao contador dos serviços comuns. No caso dos apartamentos, não é necessário ter grandes cuidados porque o abastecimento a cada fração já é feito de forma independente, ou seja, com apenas um ponto de abastecimento para cada fração. Desta forma, quando houver a mudança, só é necessário colocar um contador na entrada de cada fração, ou proceder à colocação de todos os contadores na entrada e fazer



novas colunas de abastecimento contíguas às existentes para fazer o abastecimento individual a cada fração.

No decorrer da elaboração do projeto as maiores dificuldades foram a conjugação de todas as especialidades num edifício com dimensões reduzidas e arquitetura com nível de dificuldade.

As plantas deste edifício encontram-se no anexo III, com os traçados e respetiva folha de cálculo de cada tipo de projeto (abastecimento de água, drenagem de águas residuais, drenagem de águas pluviais).

### 6.3.2 Projeto de Abastecimento de Água

- **Dificuldades:**

Na elaboração do projeto de abastecimento de água, as dificuldades encontradas foram a superação dos desníveis, as áreas reduzidas das frações, as paredes de grande espessura.

A maior dificuldade foi a escolha do melhor local para fazer a subida da coluna de água para o abastecimento de todos os pisos superiores e zona de jardim. Esta dificuldade surgiu devido à arquitetura em cada piso variar muito e à existência de paredes de granito muito espessas ao longo do edifício.

- **Traçado:**

Devido às características apresentadas anteriormente seria difícil fazer o abastecimento do edifício numa só coluna de abastecimento e pelo interior do edifício num trajeto sem desvios. Por este motivo optou-se por dividir o abastecimento de águas em três colunas, representadas na figura seguinte por um quadrado, um círculo e um triângulo.

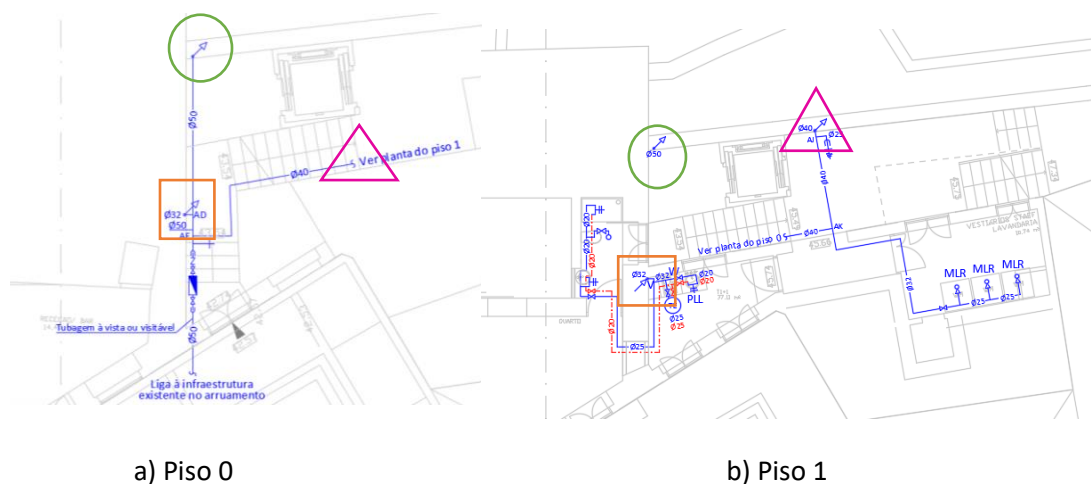


Figura 6.33. -Colunas de abastecimento de água.

A coluna assinalada com o triângulo, foi criada, para precaver a eventualidade de no futuro ser necessário colocar um contador de serviços comuns, caso o edifício mude de tipo de utilização, como já foi explicado. Esta coluna fica responsável pelo abastecimento de tudo o que no futuro possa ser considerado de serviços comuns, nomeadamente, todas as torneiras e pontos de água espalhados ao longo do jardim e zonas de passagem e todos os dispositivos existentes na lavandaria. A colocação de ponto de água ao longo do jardim, não teve nenhum critério muito definido, baseou-se na ideia de que com recurso a uma mangueira fosse possível fazer chegar água a qualquer ponto do jardim.

A coluna assinalada com um quadrado, foi criada, para abastecer a fração existente no piso um, por uma questão de facilidade e trajeto mais curto. Esta fração também não poderia ser abastecida pela coluna representada por um círculo, porque: a hipótese de fazer o abastecimento por fora está excluída porque é zona de escadas, fazer pela parede também está fora de questão porque temos uma janela e a parede é de granito, fazer por dentro seria necessária grande mão-de-obra para a passagem das tubagens nessa zona.

A coluna representada por um círculo verde, vai fazer o abastecimento às restantes frações, como se pode ver na Figura 6.34.



Figura 6.34. -Abastecimento dos pisos 2 e 3.

Esta coluna quando chega ao piso 3, deixa de ter muro para continuar a subir, por isso é desviada pelo interior do edifício pela parede de entrada dos apartamentos que é igual no piso superior, permitindo que a coluna se prolonge até ao ultimo piso sem necessitar de fazer mais nenhum desvio.

- **Dimensionamento:**

O dimensionamento desta rede de abastecimento não apresenta nenhuma peculiaridade que justifique a sua apresentação neste ponto.

### 6.3.3 Projeto de Drenagem de Águas Residuais

A drenagem deste edifício foi feita com recurso a um conjunto de tubos de queda localizados na parede esquerda do edifício.

- **Dificuldades:**

As dificuldades encontradas na elaboração do projeto de drenagem de águas residuais foram a necessidade de drenagem de águas a diferentes níveis atravessando zonas de escadas e mudanças de direções, a escolha da melhor localização para os tubos de queda também apresentou algumas dificuldades.

- **Traçado:**

Para iniciar-se o traçado é necessário começar por analisar quais os possíveis locais para a colocação dos tubos de queda. Separando desde já dois conjuntos de tubos de queda, um destinado a recolher as águas residuais produzidas no edifício principal e outro destinado à recolha das águas residuais provenientes dos dois pisos que se encontram dentro do edifício contíguo, como se pode ver na Figura 6.35.

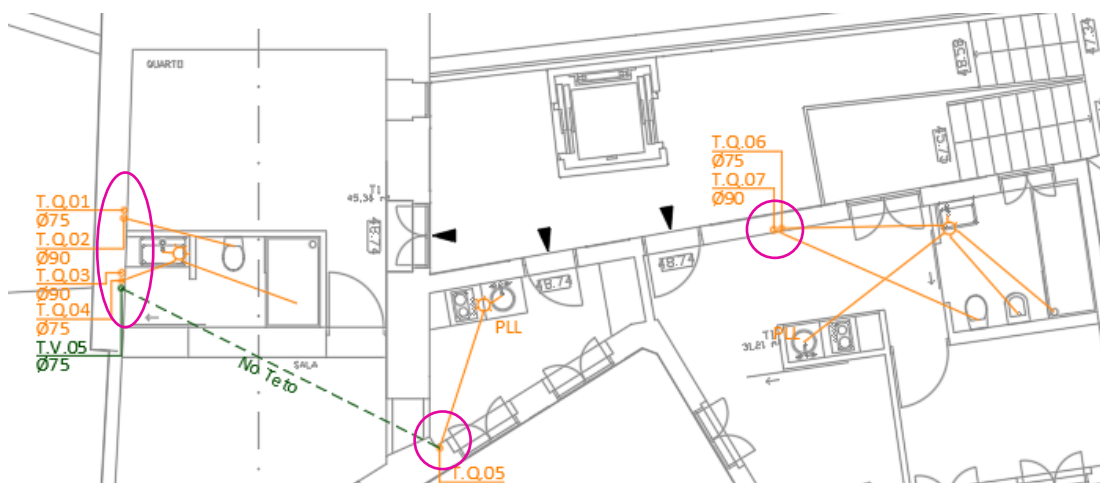


Figura 6.35. – Sistema de drenagem de águas residuais, piso 2.

Foi ainda colocado um tubo de queda (T.Q.05) para recolha das águas residuais produzidas nas cozinhas dos pisos 1 e 2 do edifício principal, para evitar ramais muito extensos e a atravessarem paredes espessas. Como este tubo de queda não é utilizado nos pisos superiores ao piso 2 e se fosse prolongado até a cobertura ia ter de estar a atravessar zonas estruturais ou de maior dificuldade sucessivamente. Optou-se por colocar o tubo de ventilação respetivo junto do grupo de tubos de queda do edifício principal, através de um desvio feito pelo teto do piso 2.

Chegando ao piso 1, as águas residuais recolhidas do lado do edifício contíguo são todas recolhidas para uma caixa, como se pode ver na Figura 6.36.



a) Piso 1

b) Teto do piso 0

Figura 6.36. – Drenagem do piso 1

Para a recolha destas águas, colocar uma caixa antes do patamar de escadas era a única hipótese para juntar todas as águas e encaminhá-las através de um coletor enterrado até ao piso de entrada. A outra possibilidade era fazer uma rede suspensa exterior junto à parede exterior onde foi colocada a caixa, esta hipótese não foi escolhida por deixar tubagem de águas residuais à vista.

Os tubos de queda que recolhem as águas residuais do edifício principal, são encaminhadas até um coletor suspenso no teto da receção, como se pode ver na Figura 6.36. Foi tido o cuidado dos tubos de queda ficarem num canto, não esquecendo que os mesmos têm de ser varejáveis em todo o seu comprimento. Esse coletor liga a um tubo coletor vertical (T.C.V.02) que encaminha as águas até uma caixa de visita

colocada na recepção, que tem como função recolher todas as águas do edifício antes de as encaminhar até à caixa ramal de ligação.

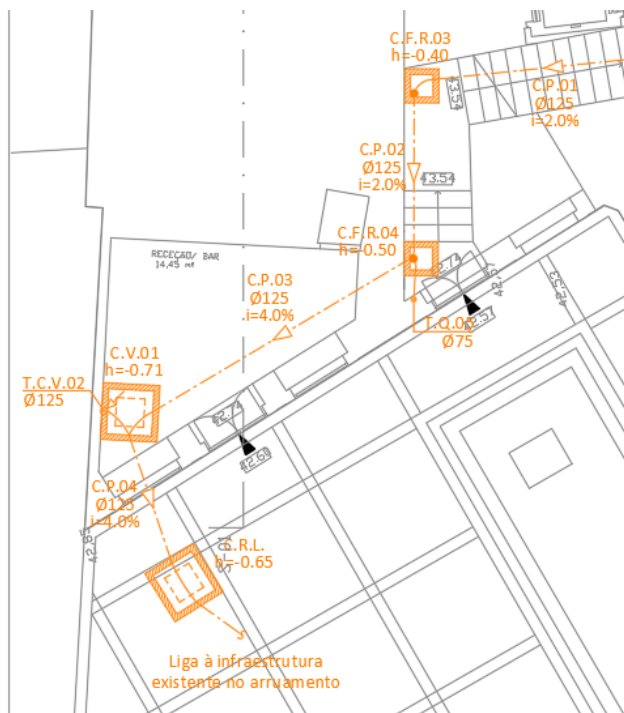


Figura 6.37. - Sistema de drenagem de águas residuais, piso 1.

A colocação de uma caixa (C.F.R.03) no patamar de escadas é obrigatória para que seja feita a mudança da direção do coletor que vem da caixa existente no topo da escada (C.F.R.02). A caixa de visita (C.F.R.04), tem o mesmo propósito da caixa anterior. O tubo coletor (C.P.02) não poderia ligar diretamente à caixa de visita (C.V.01), porque a caixa de (C.F.R.03) encontra-se num patamar muito superior. Fazer isso seria atravessar um coletor na diagonal pelo meio da recepção.

- **Dimensionamento:**

O dimensionamento desta rede de abastecimento não apresenta nenhuma peculiaridade que justifique a sua apresentação neste ponto.

### 6.3.4 Projeto de Drenagem de Águas Pluviais

- **Dificuldades:**

As dificuldades mais sentidas na realização do projeto de drenagem de águas pluviais foram: a drenagem de uma área tão vasta de jardim, conseguir encaminhar as águas ao longo dos desníveis existentes com escadas no trajeto, otimizar o pouco espaço dos patamares de escadas para conseguir colocar as caixas de visita das águas pluviais e residuais.

- **Traçado:**

A drenagem das águas pluviais inicia-se pelas coberturas dos dois edifícios, através da colocação de caleira a toda a volta nas coberturas, como se pode ver na figura seguinte:

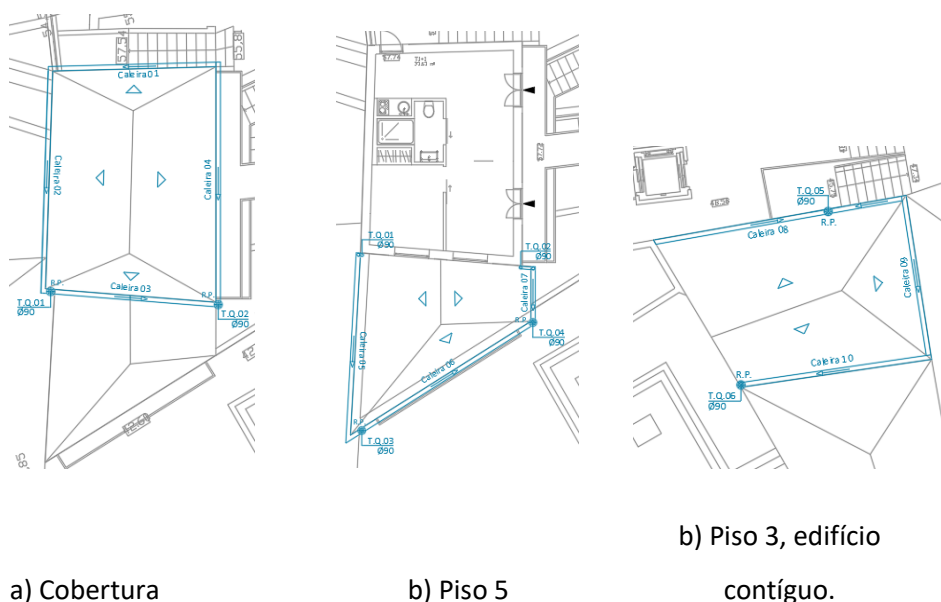


Figura 6.38. – Drenagem de águas pluviais nos pisos de cobertura.

Todas as águas recolhidas nas caleiras, são encaminhadas para tubos de queda. A localização dos tubos de queda foi feita de modo a evitar o escoamento de águas pluviais no interior do terreno, para evitar a colocação de caixas no meio de patamares de escadas. Por esse motivo os tubos de queda do edifício principal representados na Figura 6.38. a) e b), estão todos na fachada principal do edifício, conseguindo drenar as águas todas para a rua. Estes tubos de queda ficaram a drenar diretamente para o passeio, porque não existe nenhum órgão público de drenagem de águas pluviais nas imediações. Fazer qualquer

tipo de ligação que implique a abertura no passeio, neste caso está fora de hipótese porque, o passeio nessa zona é constituído por blocos de granito de grandes dimensões de difícil remoção.

Apenas um tubo de queda teve de ficar a drenar dentro da propriedade. Este tubo de queda ligou-se às caixas de visita colocadas ao longo dos patamares de escadas, para que os coletores pudessem fazer mudanças de direção e inclinação, como se pode ver nas figuras seguintes:

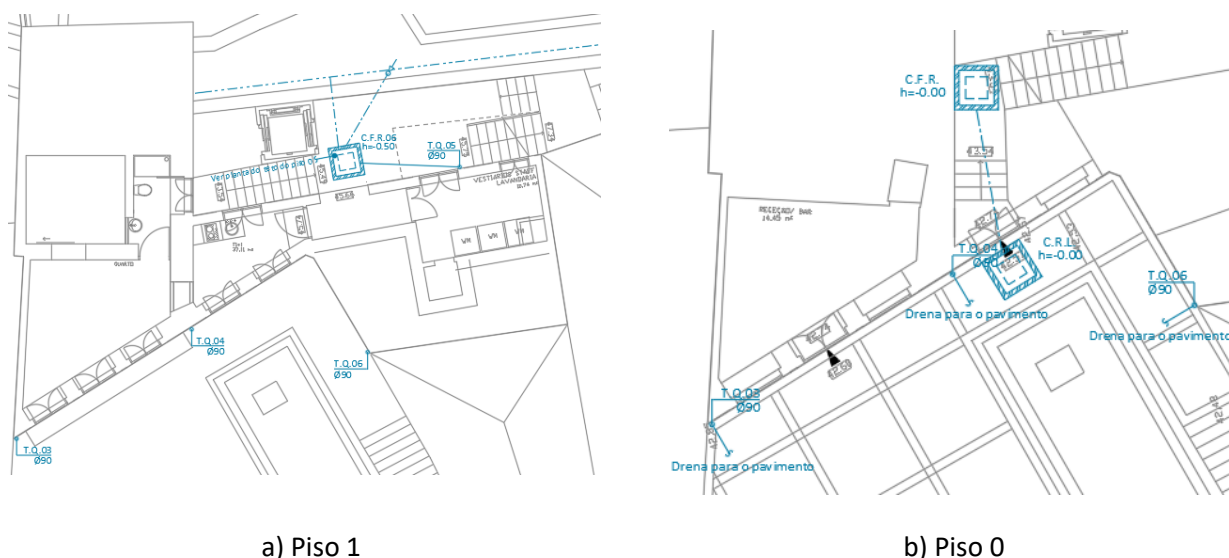


Figura 6.39. – Drenagem de águas pluviais, entrada do edifício.

A drenagem da zona ajardinada foi feita com recurso a uma rede de drenos em espinha ao longo do terreno e uma linha de drenos junto aos muros para fazer a drenagem das águas, como se pode ver na figura seguinte:

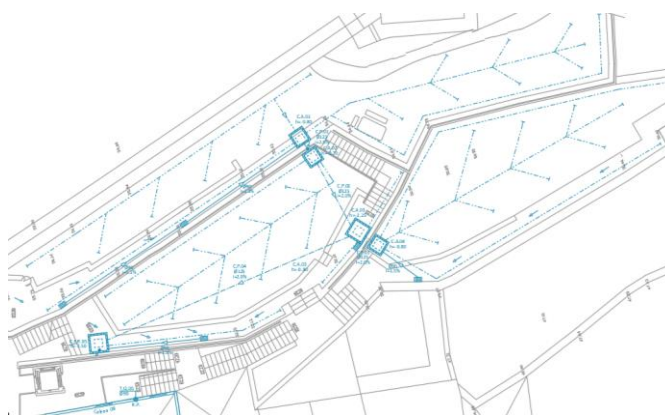


Figura 6.40. – Drenagem da zona de jardim

Como o desnível ao longo de toda esta parte do terreno era muito acentuada foram colocadas caixas e zonas estratégicas para fazer a recolha das águas e as mudanças de direção necessárias à drenagem destas águas até à caixa ramal de ligação situada no passeio junto à entrada do edifício. Não foi colocada

nenhuma rede de drenos na base do edifício porque neste projeto não ia mexer na base do edifício por isso não é possível a colocação dos mesmos.

- **Dimensionamento:**

O dimensionamento da rede de drenagem de águas pluviais apesar de ser muito extenso não vai ser apresentado porque não apresenta nenhum pormenor de relevância acrescida.





## CAPÍTULO 7

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

#### 7.1 CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido no estágio curricular realizado na empresa António Santos Lessa & Associados permitiu atingir os objetivos estabelecidos, contribuindo, de forma inequívoca, para um enriquecimento pessoal e profissional.

Ao nível dos objetivos propostos para o estágio em questão, verificou-se o cumprimento dos mesmos, através da aquisição dos conhecimentos necessários à elaboração de projetos de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais e pluviais em edifícios.

A realização do estágio permitiu ainda desenvolver diversos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do mestrado em Engenharia Civil, sendo ainda possível adquirir novos conhecimentos práticos relativos às características particulares que existem em cada projeto.

#### 7.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Nos dias que correm cada vez mais os projetos vão tomar partido do BIM, da interatividade entre especialidades para que a conciliação das diferentes especialidades seja mais fácil e rápida, permitindo poupar tempo e descobrir incompatibilidades muito mais facilmente evitando que estas não sejam detetadas apenas em fase de obra, onde os custos são mais elevados do que a sua correção em fase de projeto. Nesse sentido os projetos vão passar a ser feitos em software que permitam a modelação em 3D e ligação com as outras especialidades.

No abastecimento de água, cada vez mais vão surgir sistemas para aquecimento de água de forma mais sustentável ambientalmente e mais baratos. Também evoluirão os dispositivos de abastecimento de água, de forma a reduzir os consumos. O aproveitamento de águas pluviais no futuro vai alcançar grande

importância, porque, representa uma fonte de água gratuita que com pouco tratamento pode ser aproveitada para diversos usos, desde regas, descargas de autoclismo, lavagens, entre outros. Este aproveitamento pode reduzir em muito o consumo de água pública potável e representar uma redução da conta da água. Sistemas como este, que permitem a redução do consumo de água potável que não é utilizada para beber, cozinhar ou duchas, também vai apresentar grande desenvolvimento, porque cada vez mais a água potável é um bem precioso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas**

**Residuais** - Decreto Regulamentar nº 23/95. D.R. I Série -B 194 (95/08/23) 5284-5319

[2] Pedroso, Vítor M. Ramos - **Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas**. 2ª ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004. ISBN 972-49-1849-1

[3] Cypecad Mep – Águas Residuais e Pluviais [em linha] [consult. 28 agosto 2017]. Disponível na página:

<http://www.topinformatica.pt/index/www.topinformatica.pt/index.php?cat=27&item=45373&hrq=98>

[4] Rino, Eduardo João Vindeirinho – **Sistemas Prediais de Drenagem de Águas Pluviais e Freáticas**.

Lisboa [s.n.], 2011. Tese de mestrado IST.

[5] Sá, Nuno José Marques – **Otimização de Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria**. Porto [s.n.]

2012. Tese de mestrado FEUP.

[6] Explicatorium – **O PVC ou Policloreto de Vinilo Pluviais** [em linha] [consult. 10 agosto 2017]. Disponível

na página: <http://www.explicatorium.com/quimica/pvc-policloreto-de-vinilo.html>

[7] Pardal, Andreia Sofia – **Estudo Comparativo de Soluções de Materiais Poliméricos em Redes Prediais de Águas e Esgotos**. Lisboa [s.n.], 2012. Tese de mestrado ISEL

[8] Eurotubo – **Tubos e Acessórios PEAD** [em linha] [consult. 16 agosto 2017]. Disponível na página:

<http://eurotubo.pt/familia/tubos-e-acessorios-pead/>

[9] Topeca – **Tubos pextube** [em linha] [consult. 17 agosto 2017]. Disponível na página: <http://www.topeca.pt/index.php/pt/product/special/1818/8>

[10] Giacomini – **Tubo multicamada PEX-b/AL/PEX-b isolado**. [em linha] [consult. 17 agosto 2017]. Disponível na página: <https://pt.giacomini.com/produtos/r999i>

[11] **Tubagem PE-X, embainhada**. [em linha] [consult. 11 agosto 2017]. Disponível na página: <http://3.bp.blogspot.com/-KFuHfMIWjrw/Vj8aV5Kh8I/AAAAAAAAA2I/Fvs6mZu1oBc/s1600/5.jpg>  
[11/09/2017](http://3.bp.blogspot.com/-KFuHfMIWjrw/Vj8aV5Kh8I/AAAAAAAAA2I/Fvs6mZu1oBc/s1600/5.jpg)

[12] Conexiones Cifunsa – **Multicapa PEALPE**. [em linha] [consult. 11 agosto 2017]. Disponível na página: [http://www.conexionescifunsa.com/11\\_multicapa\\_pealpe.html](http://www.conexionescifunsa.com/11_multicapa_pealpe.html)

[13] Tubos ABC – **Tubos de Aço Inox**. [em linha] [consult. 10 agosto 2017]. Disponível na página: <http://www.tubosabc.com.br/noticias-artigos/tubos-de-aco-inox>



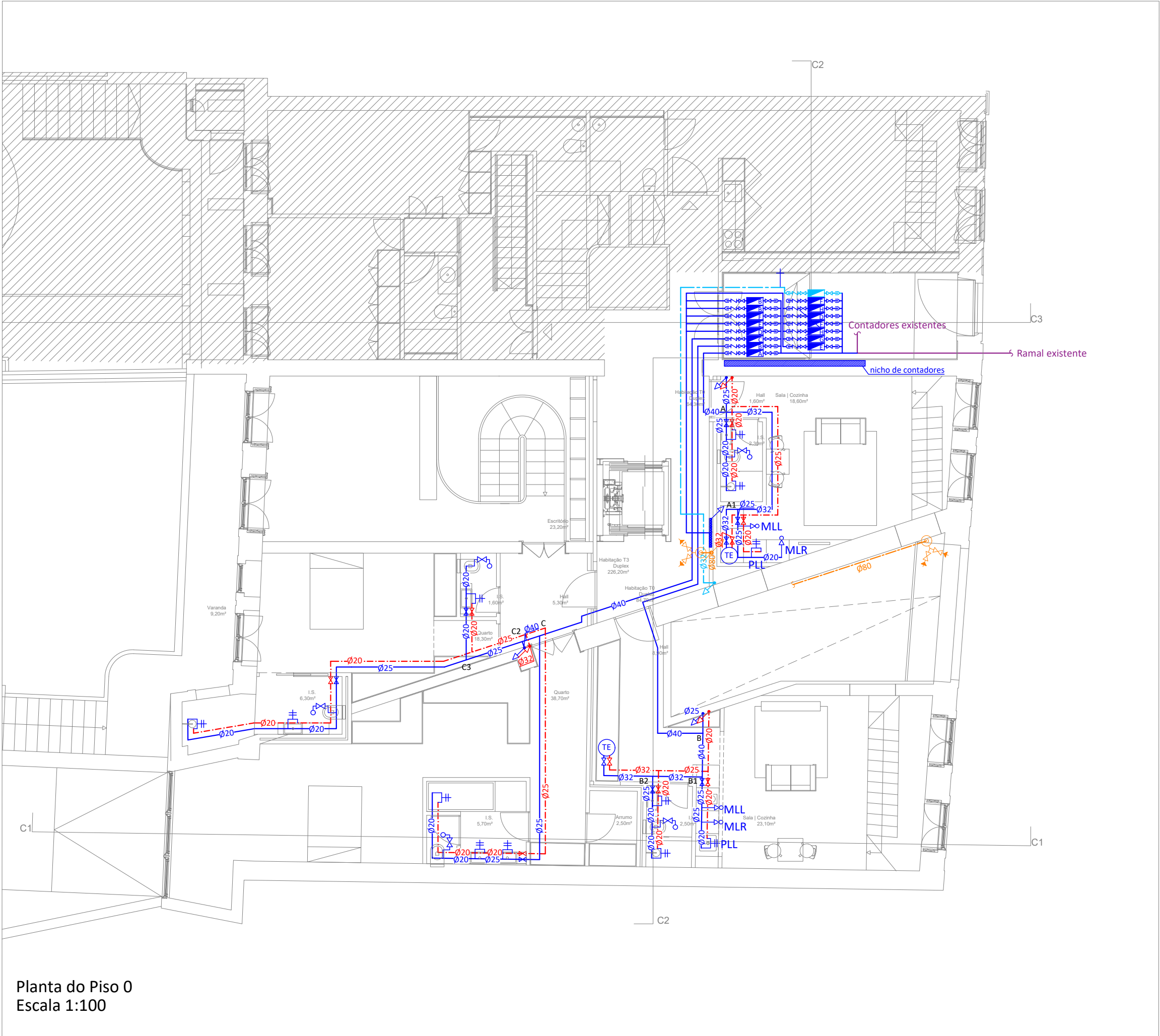
## **ANEXO I**

Projeto J:

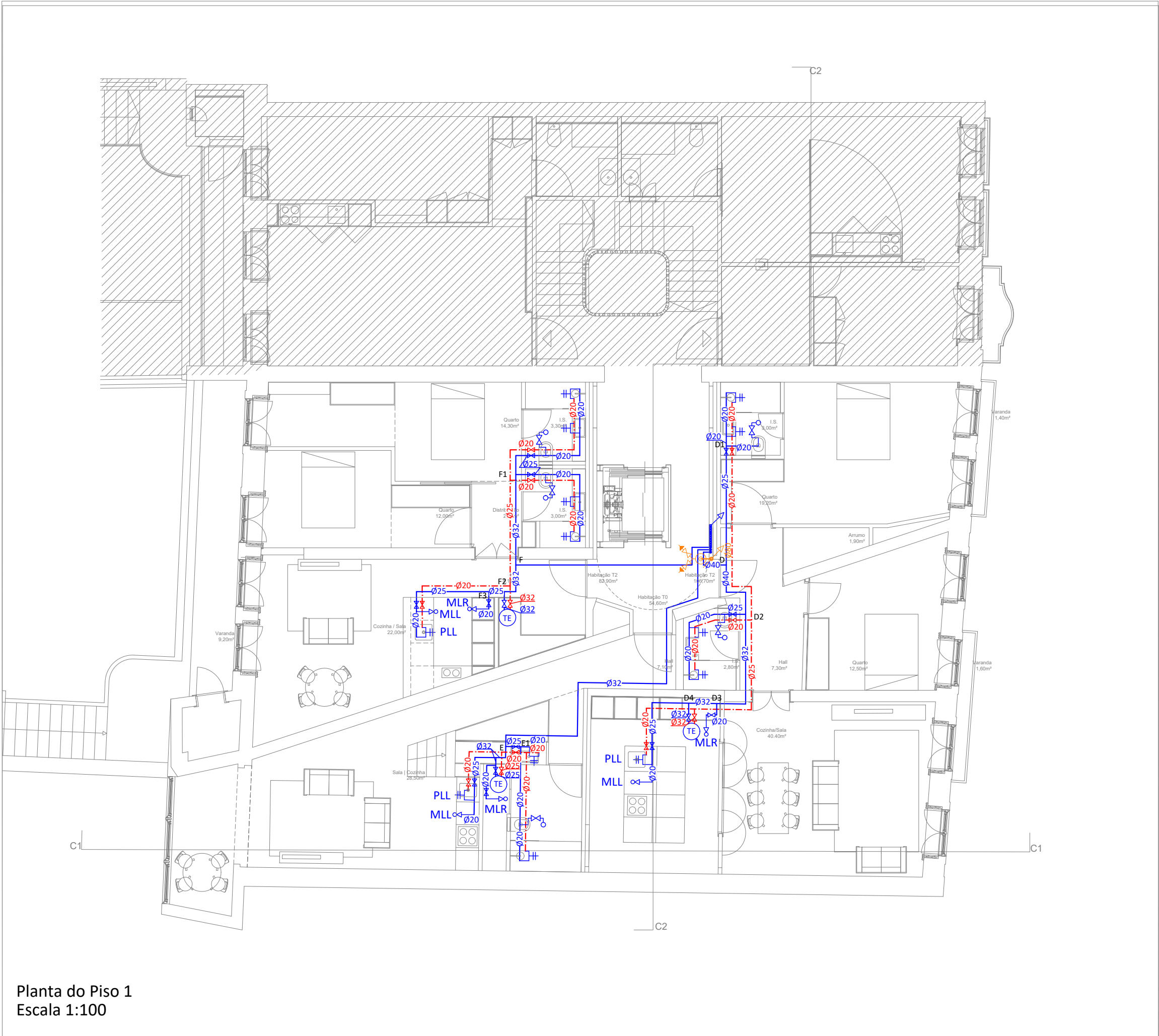
Rede de Abastecimento de Água

Rede de Drenagem de Águas Residuais

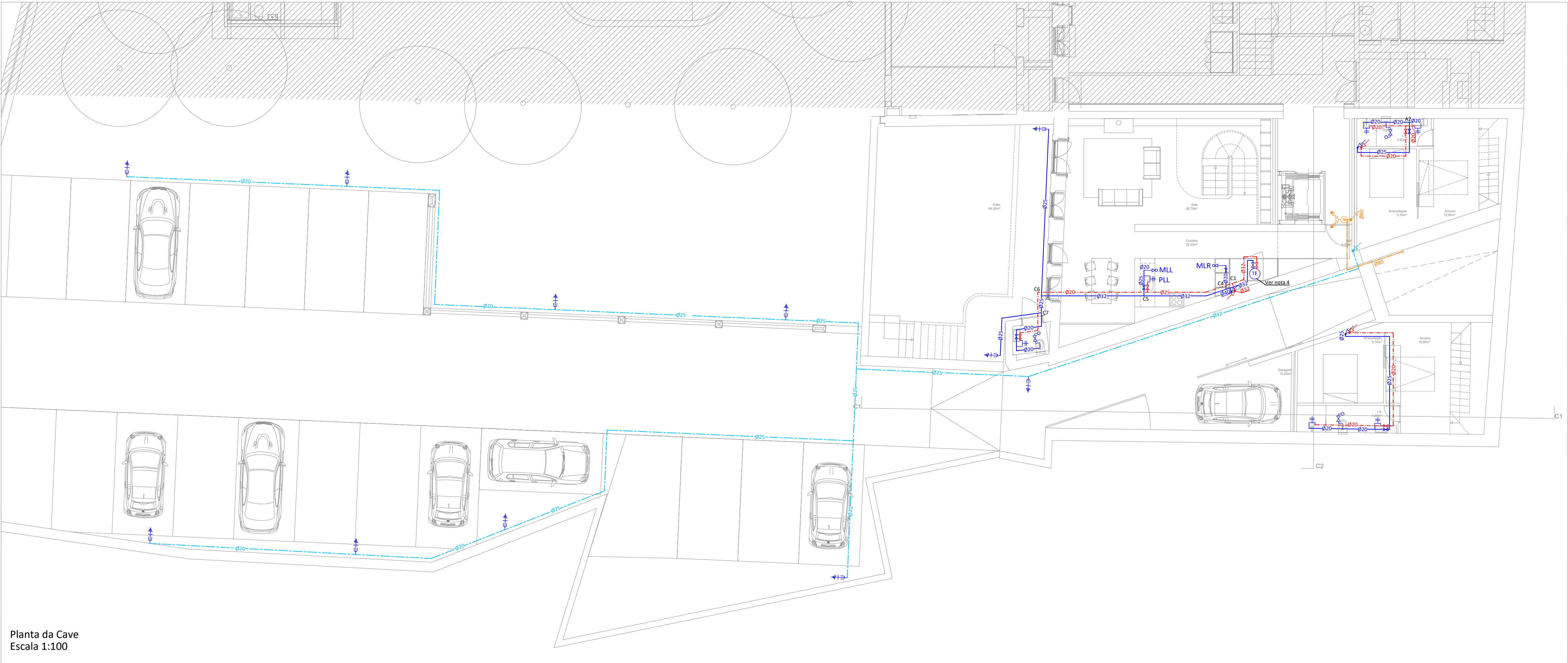
Rede de Drenagem de Águas Pluviais



Planta do Piso 0  
Escala 1:100



Planta do Piso 1  
Escala 1:100



Planta da Cave  
Escala 1:100

**LEGENDA :**

- Tubagem de abastecimento de água fria
- Tubagem de abastecimento de água quente
- Tubagem de abastecimento de água de serviços comuns
- Coluna Seca
- Torneira de água fria
- Torneira misturadora
- Torneira de lavagem
- Torneira de esquadria
- Válvula de bóia
- Válvula de sectionamento com boca de chave
- Válvula de sectionamento
- Válvula antirretorno
- Queda de tubagem da esquerda para a direita
- Contador
- Máquina de lavar roupa
- Pia lava louça
- Máquina de lavar louça
- Termoacumulador
- Início de coluna ascendente
- Continuação de coluna ascendente
- Fim de coluna ascendente
- Início de coluna descendente
- Continuação de coluna descendente
- Fim de coluna descendente
- Boca de alimentação dupla (siamesa) com junções de aperto rápido tipo "STORZ" DN75
- Boca de incêndio dupla, para acoplamento das mangueiras para ataque direto ao incêndio, do tipo "STORZ" DN52

**MATERIAL DA TUBAGEM**

- Redes interiores de águas fria e quente: tubo de polipropileno
- Redes exteriores e de serviços comuns: tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)
- Rede interior de incêndio: tubo de aço galvanizado

QUADRO DE DIÂMETROS DAS DERIVAÇÕES AOS APARELHOS			
APARELHOS	Ø	APARELHOS	Ø
bacia de retrete	16	máquina de lavar roupa	25
prato de duche	20	máquina de lavar louça	20
lavatório	16	torneira de lavagem	25
lava-louça	25	banheira	25

**EQUIPAMENTOS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS**

- Termoacumulador elétrico da marca Vulcano, modelo NaturaAqua de 100L para as frações T0 e T1, e modelo NaturaAqua de 120L, para as frações T0 Duplex e T2. Para a fração T3 Duplex, ver nota 4.

**Nota 1:**

- As redes de distribuição de AQS deverão ser isoladas térmicamente com espuma elastomérica com 10mm de espessura.

**Nota 2:**

- Todos os contadores e acessórios deverão ser de acordo com a entidade gestora.

**Nota 3:**

- As colunas de contadores deverão ocupar uma altura máxima de 1,60 m e ter uma distância de aproximadamente 0,15 m entre cada contador e 0,20 m do chão.

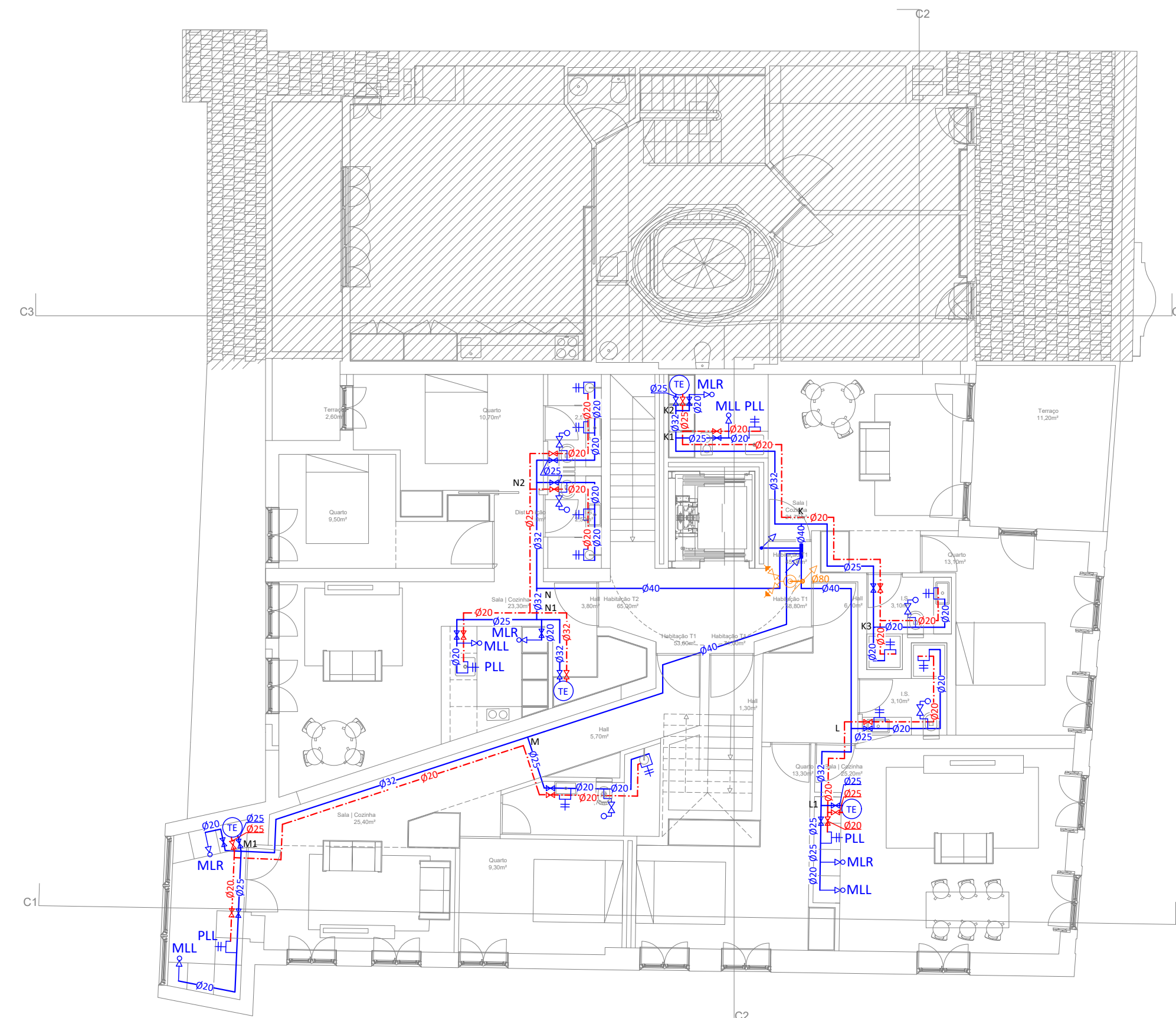
**Nota 4:**

- O dispositivo de produção de AQS referenciado e a instalar na cave da fração, refere-se a um depósito de 200 L - consultar projeto de especialidade de Mecânica.

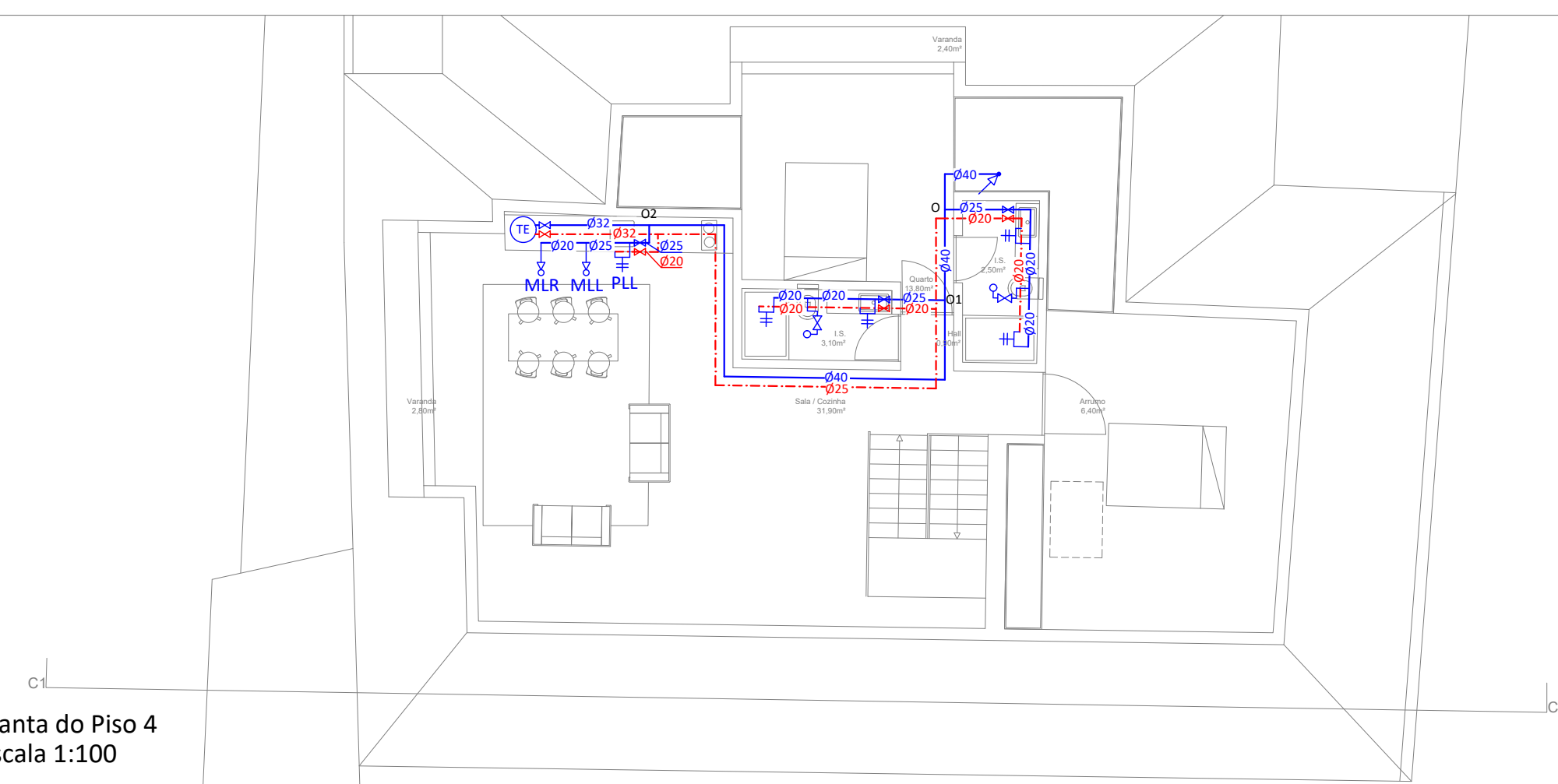




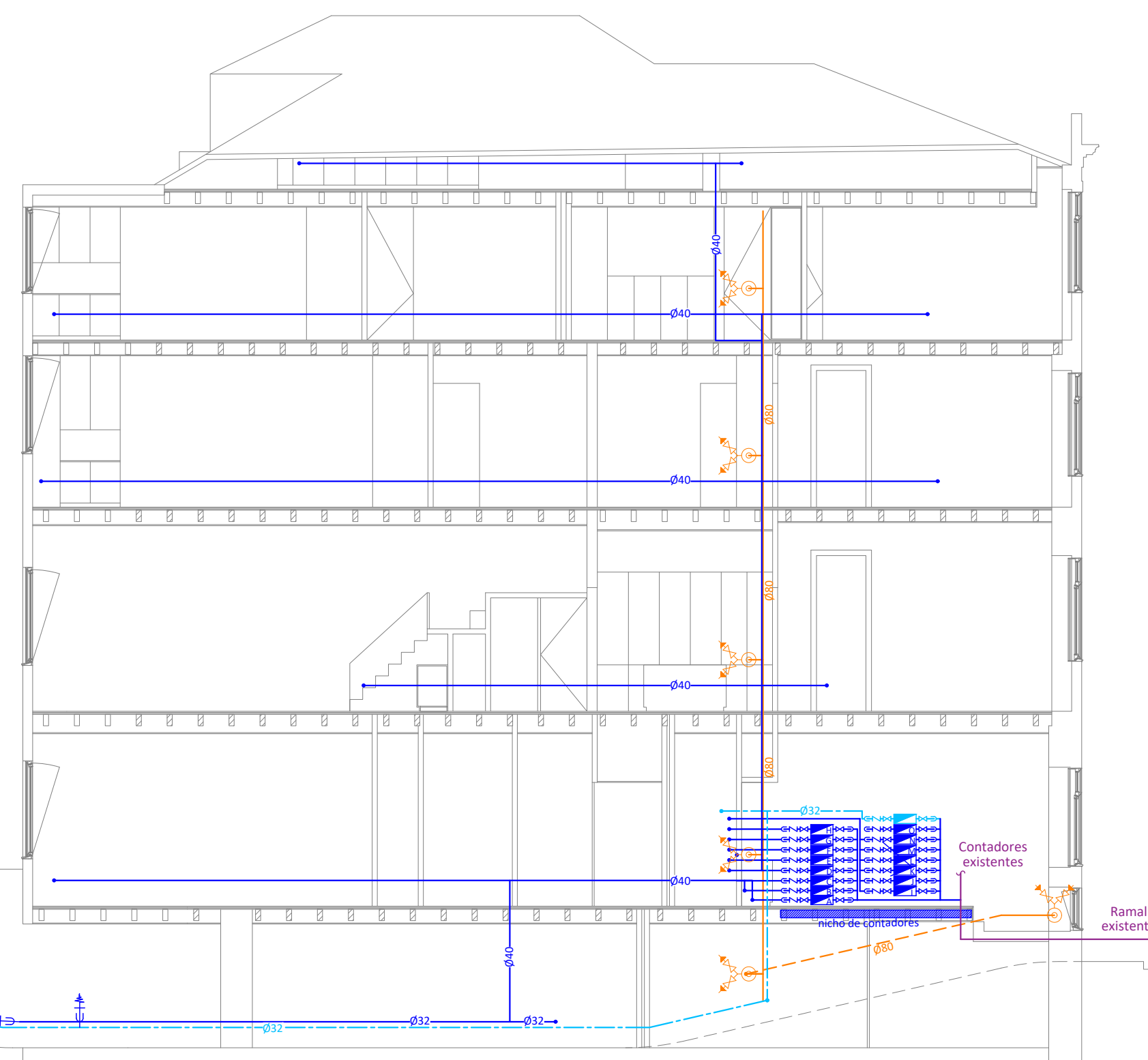
Planta do Piso 2  
Escala 1:100





























Planta do Piso 3  
Escala 1:100



Planta do Piso 4  
Escala 1:100



Corte C1  
Escala 1:100

- LEGENDA :**
-  - Tubagem de abastecimento de água fria
  -  - Tubagem de abastecimento de água quente
  -  - Tubagem de abastecimento de água de serviços comuns
  -  - Coluna Seca
  -  - Torneira de água fria
  -  - Torneira misturadora
  -  - Torneira de lavagem
  -  - Torneira de esquadria
  -  - Válvula de bóia
  -  - Válvula de seccionamento com boca de chave
  -  - Válvula de seccionamento
  -  - Válvula antirretorno
  -  - Queda de tubagem da esquerda para a direita
  -  - Contador
  -  - Máquina de lavar roupa
  -  - Pia lava louça
  -  - Máquina de lavar louça
  -  - Termoacumulador
  -  - Início de coluna ascendente
  -  - Continuação de coluna ascendente
  -  - Fim de coluna ascendente
  -  - Início de coluna descendente
  -  - Continuação de coluna descendente
  -  - Fim de coluna descendente
  -  - Boca de alimentação dupla (siamesa) com junções de aperto rápido tipo "STORZ" DN75
  -  - Boca de incêndio dupla, para acoplamento das mangueiras para ataque direto ao incêndio, do tipo "STORZ" DN52

## MATERIAL DA TUBAGEM

- Redes interiores de águas fria e quente: tubo de polipropileno
- Redes exteriores e de serviços comuns: tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)
- Rede interior de incêndio: tubo de aço galvanizado

QUADRO DE DIÂMETROS DAS DERIVAÇÕES AOS APARELHOS

APARELHOS	Ø	APARELHOS	Ø
bacia de retrete	16	máquina de lavar roupa	25
prato de duche	20	máquina de lavar louça	20
lavatório	16	torneira de lavagem	25
lava-louça	25	banheira	25

## EQUIPAMENTOS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

- Termoacumulador elétrico da marca Vulcano, modelo NaturaAqua de 100L para as frações T0 e T1, e modelo NaturaAqua de 120L, para as frações T0 Duplex e T2. Para a fração T3 Duplex, ver nota 4.

Nota 1:

- As redes de distribuição de AQS deverão ser isoladas térmicamente com espuma elastomérica com 10mm de espessura.

Nota 2:

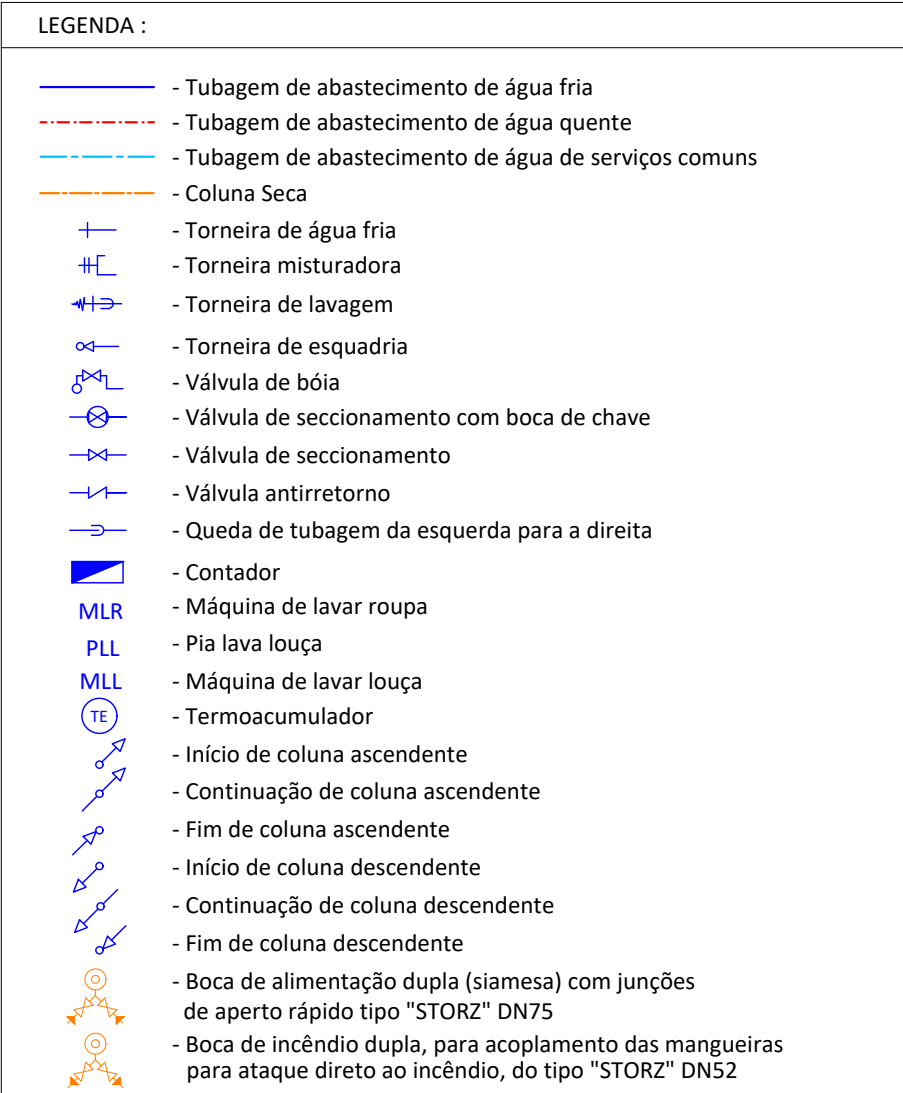
- Todos os contadores e acessórios deverão ser de acordo com a entidade gestora.

Nota 3:

- As colunas de contadores deverão ocupar uma altura máxima de 1,60 m e ter uma distância de aproximadamente 0,15 m entre cada contador e 0,20 m do chão.

Nota 4:

- O dispositivo de produção de AQS referenciado e a instalar na cave da fração, refere-se a um depósito de 200 L - consultar projeto de especialidade de Mecânica.



MATERIAL DA TUBAGEM
- Redes interiores de águas fria e quente: tubo de polipropileno
- Redes exteriores e de serviços comuns: tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)
- Rede interior de incêndio: tubo de aço galvanizado

QUADRO DE DIÂMETROS DAS DERIVAÇÕES AOS APARELHOS			
APARELHOS	Ø	APARELHOS	Ø
bacia de retrete	16	máquina de lavar roupa	25
prato de duche	20	máquina de lavar louça	20
lavatório	16	torneira de lavagem	25
lava-louça	25	banheira	25

**EQUIPAMENTOS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS**

- Termoacumulador elétrico da marca Vulcano, modelo NaturaAqua de 100L para as frações T0 e T1, e modelo NaturaAquadre 120L, para as frações T0 Duplex e T2. Para a fração T3 Duplex, ver nota 4.

Nota 1:

- As redes de distribuição de AQS deverão ser isoladas térmicamente com espuma elastomérica com 10mm de espessura.

Nota 2:

- Todos os contadores e acessórios deverão ser de acordo com a entidade gestora.

Nota 3:

- As colunas de contadores deverão ocupar uma altura máxima de 1,60 m e ter uma distância de aproximadamente 0,15 m entre cada contador e 0,20 m do chão.

Nota 4:
- O dispositivo de produção de AQS referenciado e a instalar na cave da fração, refere-se a um depósito de 200 L - consultar projeto de especialidade de Mecânica.



Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)						
REDE DE ÁGUA FRIA																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06				
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00				
																						Temperatura (°C)		10,0				
																						Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		1,31E-06				
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)		
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)															
Piso 0																												
Term 01	A1				1		2			2				0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	1,31	0,17	0,25	0,00	10,0		10,4
MLR	PLL			1										0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,79	0,21	0,00	0,00	5,0		5,2
PLL	MLL			1	1									0,40	0,37	0,37	15,36	25	16,6	1,71	21710	1,18	0,31	0,00	0,00	5,2		5,5
MLL	A1		1	1	1									0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,44	0,15	0,25	0,00	5,5		5,9
A1	A		1	1	2		2			2				1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79	28980	4,65	0,99	0,00	0,00	10,4		11,4
Chuv	Aut						1							0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,89	0,14	0,00	0,00	5,0		5,1
Aut	Lav						1		1					0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,46	0,18	0,00	0,00	5,1		5,3
Lav	A						1		1	1				0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,71	0,17	0,25	0,00	5,3		5,7
Chuv	Aut						1							0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,93	0,15	0,00	0,00	5,0		5,2
Aut	A2						1		1					0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,96	0,38	0,00	0,00	5,2		5,5
Lav	A2									1				0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,47	0,04	0,00	0,00	5,0		5,0
A2	A						1		1	1				0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	7,24	1,73	0,25	-2,75	5,5		4,8
A	Cont A		1	1	2		4		2	4				1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	3,00	0,31	1,35	0,00	11,4		13,1
Term 02	B2				1		2			2				0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	1,81	0,24	0,25	0,00	10,0		10,5
Chuv	Aut						1							0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,81	0,13	0,00	0,00	5,0		5,1
Aut	Lav						1		1					0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,57	0,23	0,00	0,00	5,1		5,4
Lav	B2						1		1	1				0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,77	0,18	0,25	0,00	5,4		5,8
B2	B1				1		3		1	3				1,05	0,58	0,58	19,26	32	21,2	1,65	26709	1,30	0,24	0,00	0,00	10,5		10,7
PLL	MLR				1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,68	0,18	0,00	0,00	5,0		5,2
MLR	MLL			1	1									0,40	0,37	0,37	15,36	25	16,6	1,71	21710	0,40	0,11	0,00	0,00	5,2		5,3
MLL	B1		1	1	1									0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,81	0,28	0,25	0,00	5,3		5,8
B1	B		1	1	2		3		1	3				1,60	0,71	0,71	21,25	40	26,6	1,28	25927	1,15	0,10	0,00	0,00	10,7		10,8
Chuv	Aut						1							0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,39	0,23	0,00	0,00	5,0		5,2
Aut	Lav						1		1					0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,31	0,52	0,00	0,00	5,2		5,7
Lav	B						1		1	1				0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	9,62	2,29	0,25	-2,75	5,7		5,5
B	Cont B		1	1	2		4		2	4				1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	14,00	1,45	1,35	0,00	10,8		13,6

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
REDE DE ÁGUA FRIA																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																						Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Term 03	C1				1		2			5			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	2,22	0,39	0,25	0,00	11,6	12,2
Tlav	C7											1	0,30	0,30	0,32	13,82	25	16,6	1,39	17569	3,18	0,58	0,00	0,00	5,0	5,6
Aut	Lav								1				0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,16	0,09	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	C7								1	1			0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	2,29	0,61	0,25	0,00	5,1	6,0
C7	C6								1	1		1	0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	24101	0,70	0,22	0,00	0,00	6,0	6,2
Tlav	C6											1	0,30	0,30	0,32	13,82	25	16,6	1,39	17569	6,86	1,26	0,00	0,00	5,0	6,3
C6	C5								1	1		2	0,80	0,51	0,51	18,07	32	21,2	1,45	23516	4,22	0,62	0,00	0,00	6,2	6,8
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,23	0,04	0,00	0,00	5,0	5,0
PLL	C5		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,82	0,20	0,25	0,00	5,0	5,5
C5	C4		1		1				1	1		2	1,15	0,61	0,61	19,67	32	21,2	1,72	27871	3,41	0,68	0,00	0,00	6,8	7,5
MLR	C4			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,98	0,26	0,25	0,00	5,0	5,5
C4	C1		1	1	1				1	1		2	1,35	0,66	0,66	20,42	32	21,2	1,86	30044	0,18	0,04	0,00	0,00	7,5	7,5
C1	C2		1	1	2		2		1	6		2	2,35	0,85	0,85	23,25	40	26,6	1,53	31039	3,26	0,39	0,00	-2,75	12,2	9,9
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	3,20	0,52	0,00	0,00	5,0	5,5
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,69	0,67	0,00	0,00	5,5	6,2
Aut	C3						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	4,64	1,11	0,25	0,00	6,2	7,5
Aut	Lav								1				0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,73	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	C3								1	1			0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,74	0,47	0,25	0,00	5,1	5,8
C3	C2						1		2	2			0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	1,55	0,54	0,00	0,00	7,5	8,1
C2	C		1	1	2		3		3	8		2	2,90	0,94	0,94	24,43	40	26,6	1,69	34250	0,48	0,07	0,00	0,00	9,9	10,0
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,00	0,32	0,00	0,00	5,0	5,3
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,84	0,33	0,00	0,00	5,3	5,7
Lav	Lav						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,73	0,17	0,00	0,00	5,7	5,8
Lav	C						1		1	2			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	6,84	2,01	0,25	0,00	5,8	8,1
C	Cont C		1	1	2		4		4	10		2	3,35	1,02	1,02	25,53	40	26,6	1,84	37425	11,57	1,96	1,35	0,00	10,0	13,3
Term 04	D4				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	0,54	0,07	0,25	0,00	10,0	10,3
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,46	0,07	0,00	0,00	5,0	5,1

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
REDE DE ÁGUA FRIA																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
																						Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
PLL	D4		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,59	0,62	0,25	0,00	5,1	5,9
D4	D3		1		2		2			2			1,05	0,58	0,58	19,26	32	21,2	1,65	26709	0,74	0,14	0,00	0,00	10,3	10,5
MLR	D3			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,58	0,16	0,25	0,00	5,0	5,4
D3	D2		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79	28980	3,12	0,66	0,00	0,00	10,5	11,1
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,36	0,22	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,10	0,44	0,00	0,00	5,2	5,7
Aut	D2						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,55	0,13	0,25	0,00	5,7	6,0
D2	D		1	1	2		3		1	3			1,60	0,71	0,71	21,25	40	26,6	1,28	25927	1,80	0,16	0,00	0,00	11,1	11,3
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,16	0,19	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	D1						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,25	0,10	0,00	0,00	5,2	5,3
Aut	D1								1				0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,84	0,07	0,00	0,00	5,0	5,1
D1	D						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	3,13	0,75	0,25	0,00	5,3	6,3
D	Cont D		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	11,90	1,24	1,35	3,78	11,3	17,6
Term 05	E''				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,29	0,09	0,25	0,00	10,0	10,3
MLR	E''			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,12	0,30	0,25	0,00	5,0	5,6
E''	E'			1	1		1			1			0,65	0,47	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,20	0,02	0,00	0,00	10,3	10,4
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,38	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1
PLL	E'		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,67	0,40	0,25	0,00	5,1	5,7
E'	E		1	1	2		1			1			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	0,55	0,10	0,00	0,00	10,4	10,5
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,95	0,15	0,00	0,00	5,0	5,2
Aut	E1						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	2,05	0,81	0,00	0,00	5,2	6,0
Lav	E1									1			0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,23	0,02	0,00	0,00	5,0	5,0
E1	E						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,40	0,10	0,25	0,00	6,0	6,3
E	Cont E		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	32	21,2	1,86	30044	21,14	4,79	1,35	3,78	10,5	20,4
Term 06	F2				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	0,48	0,06	0,25	0,00	10,0	10,3
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,15	0,19	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,49	0,59	0,00	0,00	5,2	5,8

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
REDE DE ÁGUA FRIA																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
																						Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Aut	F1						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,29	0,31	0,25	0,00	5,8	6,3
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,17	0,19	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,48	0,59	0,00	0,00	5,2	5,8
Aut	F1						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,78	0,19	0,25	0,00	5,8	6,2
F1	F						2		2	2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	2,38	0,31	0,00	0,00	6,3	6,6
PLL	MLL				1								0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,67	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2
MLL	F3		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,43	0,58	0,25	0,00	5,2	6,0
MLR	F3			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,46	0,12	0,25	0,00	5,0	5,4
F3	F2		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,41	0,14	0,00	0,00	6,0	6,2
F2	F		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79	28980	1,00	0,21	0,00	0,00	10,3	10,5
F	Cont F		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	16,35	1,70	1,35	3,78	10,5	17,4
Term 07	G				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,48	0,14	0,25	0,00	10,0	10,4
MLL	MLR		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,64	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1
MLR	PLL		1	1									0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,43	0,10	0,00	0,00	5,1	5,2
PLL	G		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	1,02	0,35	0,25	0,00	5,2	5,8
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,44	0,40	0,00	0,00	5,0	5,4
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,68	0,27	0,00	0,00	5,4	5,7
Lav	G						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,79	0,19	0,25	0,00	5,7	6,1
G	Cont G		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	32	21,2	1,86	30044	18,54	4,20	1,35	7,74	10,4	23,7
Term 08	H1				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	1,02	0,13	0,25	0,00	10,0	10,4
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,14	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,78	0,71	0,00	0,00	5,2	5,9
Lav	H2						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,64	0,15	0,25	0,00	5,9	6,3
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,47	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1
PLL	H2		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,88	0,45	0,25	0,00	5,1	5,8
H2	H1		1		1		1		1	1			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	0,48	0,06	0,00	0,00	6,3	6,4
H1	H		1		2		3		1	3			1,40	0,67	0,67	20,60	32	21,2	1,89	30559	3,82	0,89	0,00	0,00	10,4	11,3

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
REDE DE ÁGUA FRIA																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
																						Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,75	0,12	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,73	0,69	0,00	0,00	5,1	5,8
Aut	H						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,54	0,13	0,25	0,00	5,8	6,2
H	Cont H		1		2		4		2	4			1,75	0,74	0,74	21,70	40	26,6	1,33	27038	17,85	1,69	1,35	7,74	11,3	22,1
Term 09	I1				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,40	0,12	0,25	0,00	10,0	10,4
MLR	I1			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,18	0,32	0,25	0,00	5,0	5,6
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,76	0,29	0,00	0,00	5,0	5,3
PLL	I1		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,89	0,69	0,25	0,00	5,3	6,2
I1	I		1	1	2		1			1			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	7,06	1,25	0,00	0,00	10,4	11,6
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,28	0,21	0,00	0,00	5,0	5,2
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,46	0,18	0,00	0,00	5,2	5,4
Lav	I						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,71	0,41	0,25	0,00	5,4	6,0
I	Cont I		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	40	26,6	1,18	23944	22,91	1,75	1,35	7,74	11,6	22,5
Term 10	J1				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	0,48	0,06	0,25	0,00	10,0	10,3
PLL	MLL				1								0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,67	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2
MLL	J2		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,43	0,58	0,25	0,00	5,2	6,0
MLR	J2			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,46	0,12	0,25	0,00	5,0	5,4
J2	J1		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,41	0,14	0,00	0,00	6,0	6,2
J1	J		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79	28980	1,00	0,21	0,00	0,00	10,3	10,5
Chuv	J4						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,68	0,11	0,00	0,00	5,0	5,1
Aut	J4								1				0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,76	0,14	0,00	0,00	5,0	5,1
J4	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,08	0,03	0,00	0,00	5,1	5,2
Lav	J3						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,40	0,57	0,25	0,00	5,2	6,0
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,93	0,15	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,72	0,68	0,00	0,00	5,2	5,8
Aut	J3						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,79	0,19	0,25	0,00	5,8	6,3
J3	J						2		2	2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	2,38	0,31	0,00	0,00	6,3	6,6

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																	Viscosidade (m²/s)		1,31E-06							
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
J	Cont J		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	20,51	2,13	1,35	7,74	10,5	21,7
Term 11	K2				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,37	0,11	0,25	0,00	10,0	10,4
MLR	K2			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,66	0,18	0,25	0,00	5,0	5,4
K2	K1			1	1		1			1			0,65	0,47	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,61	0,08	0,00	0,00	10,4	10,4
PLL	MLL				1								0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,46	0,12	0,00	0,00	5,0	5,1
MLL	K1		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,18	0,28	0,25	0,00	5,1	5,7
K1	K		1	1	2		1			1			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	4,74	0,84	0,00	0,00	10,4	11,3
Chuv	K3						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,25	0,20	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut									1			0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,29	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1
Aut	K3								1	1			0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,94	0,25	0,00	0,00	5,1	5,4
K3	K						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	3,93	0,94	0,25	0,00	5,2	6,4
K	Cont K		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	40	26,6	1,18	23944	18,46	1,41	1,35	10,98	11,3	25,0
Term 12	L1				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,48	0,14	0,25	0,00	10,0	10,4
MLL	MLR		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,63	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1
MLR	PLL		1	1									0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,43	0,10	0,00	0,00	5,1	5,2
PLL	L1		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,84	0,29	0,25	0,00	5,2	5,7
L1	L		1	1	2		1			1			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	2,39	0,42	0,00	0,00	10,4	10,8
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,30	0,37	0,00	0,00	5,0	5,4
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,21	0,48	0,00	0,00	5,4	5,9
Lav	L						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,51	0,12	0,25	0,00	5,9	6,2
L	Cont L		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	40	26,6	1,18	23944	22,95	1,76	1,35	10,98	10,8	24,9
Term 13	M1				1		1			1			0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,36	0,11	0,25	0,00	10,0	10,4
MLR	M1			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,20	0,32	0,25	0,00	5,0	5,6
MLL	PLL		1										0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,17	0,35	0,00	0,00	5,0	5,4
PLL	M1		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,28	0,54	0,25	0,00	5,4	6,1
M1	M		1	1	2		1			1			1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	7,43	1,31	0,00	0,00	10,4	11,7
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,69	0,27	0,00	0,00	5,0	5,3



Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
REDE DE ÁGUA FRIA																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
																						Viscosidade (m²/s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,74	0,29	0,00	0,00	5,3	5,6
Lav	M						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,80	0,43	0,25	0,00	5,6	6,2
M	Cont M		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	0,66	20,42	40	26,6	1,18	23944	26,63	2,04	1,35	10,98	11,7	26,0
Term 14	N1				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	1,91	0,25	0,25	0,00	10,0	10,5
MLR	N1			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,46	0,12	0,25	0,00	5,0	5,4
PLL	MLL				1								0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,67	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2
MLL	N1		1		1								0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,32	0,55	0,25	0,00	5,2	6,0
N1	N		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	32	21,2	1,79	28980	0,70	0,15	0,00	0,00	10,5	10,6
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,14	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,23	0,49	0,00	0,00	5,2	5,7
Aut	N2						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,18	0,28	0,25	0,00	5,7	6,2
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,15	0,19	0,00	0,00	5,0	5,2
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,22	0,48	0,00	0,00	5,2	5,7
Aut	N2						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,67	0,16	0,25	0,00	5,7	6,1
N2	N						2		2	2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	2,38	0,31	0,00	0,00	6,2	6,5
N	Cont N		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	24,76	2,57	1,35	10,98	10,6	25,6
Term 15	O2				1		2			2			0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	1,93	0,25	0,25	0,00	10,0	10,5
MLR	MLL			1									0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,77	0,21	0,00	0,00	5,0	5,2
MLL	PLL		1	1									0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,74	0,18	0,00	0,00	5,2	5,4
PLL	O2		1	1	1								0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,63	0,22	0,25	0,00	5,4	5,9
O2	O1		1	1	2		2			2			1,25	0,63	0,63	20,06	40	26,6	1,14	23097	8,94	0,64	0,00	0,00	10,5	11,1
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,57	0,09	0,00	0,00	5,0	5,1
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,15	0,46	0,00	0,00	5,1	5,5
Lav	O1						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,19	0,28	0,25	0,00	5,5	6,1
O1	O		1	1	2		3		1	3			1,60	0,71	0,71	21,25	40	26,6	1,28	25927	1,54	0,14	0,00	0,00	11,1	11,3
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,99	0,16	0,00	0,00	5,0	5,2
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,77	0,31	0,00	0,00	5,2	5,5

Cálculo da rede de abastecimento de água interior																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																				Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06				
REDE DE ÁGUA FRIA																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																						Temperatura (°C)		10,0		
																						Viscosidade (m²/s)		1,31E-06		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																										
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>calc</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Lav	O						1		1	1			0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,03	0,48	0,25	0,00	5,5	6,2
O	Cont O		1	1	2		4		2	4			1,95	0,78	0,78	22,26	40	26,6	1,40	28443	23,33	2,42	1,35	13,91	11,3	29,0
Serviços Comuns																										
Tlav	Tlav											1	0,30	0,30	0,32	13,82	20	17,6	1,23	16571	9,06	1,27	0,00	0,00	5,0	6,3
Tlav	Tlav											2	0,60	0,45	0,45	16,89	20	17,6	1,84	24757	13,48	3,85	0,00	0,00	6,3	10,1
Tlav	Tlav											3	0,90	0,54	0,54	18,57	25	22,6	1,35	23310	9,49	1,14	0,00	0,00	10,1	11,3
Tlav	Nó 1											4	1,20	0,62	0,62	19,87	25	22,6	1,55	26671	4,89	0,75	0,00	0,00	11,3	12,0
Tlav	Tlav											1	0,30	0,30	0,32	13,82	20	17,6	1,23	16571	8,46	1,19	0,00	0,00	5,0	6,2
Tlav	Tlav											2	0,60	0,45	0,45	16,89	20	17,6	1,84	24757	6,36	1,82	0,00	0,00	6,2	8,0
Tlav	Nó 2											3	0,90	0,54	0,54	18,57	25	22,6	1,35	23310	17,04	2,05	0,00	0,00	8,0	10,1
Tlav	Nó 2											1	0,30	0,30	0,32	13,82	20	17,6	1,23	16571	5,64	0,79	0,00	0,00	5,0	5,8
Nó 2	Nó 1											4	1,20	0,62	0,62	19,87	25	22,6	1,55	26671	2,96	0,45	0,00	0,00	10,1	10,5
Nó 1	Tlav											8	2,40	0,86	0,86	23,37	32	28,8	1,32	28952	7,08	0,60	0,00	0,00	12,0	12,6
Tlav	Cont SC											9	2,70	0,91	0,91	24,02	32	28,8	1,39	30593	29,19	2,74	1,35	-2,75	12,6	14,0

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)																				
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06																		
																Norma da Tubagem: EN ISO 15874																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																																		Temperatura (°C)		60,0		
																		Viscosidade (m²/s)		4,66E-07																		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)																	
jusante	montante	TQL 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Lav 0,10	MLR 0,20	Total (l/s)																													
Piso 0																																						
PLL	A1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,43	0,30	0,25	0,00	5,0	5,6																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,35	0,04	0,00	0,00	5,0	5,0																	
Lav	A				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,61	0,19	0,25	0,00	5,0	5,5																	
Chuv	A2				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,49	0,19	0,00	0,00	5,0	5,2																	
Lav	A2						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	0,37	0,02	0,00	0,00	5,0	5,0																	
A2	A				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	6,94	2,20	0,25	-2,75	5,2	4,9																	
A	A1				2		2		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	4,95	1,27	0,00	0,00	5,5	6,8																	
A1	Term 01		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	1,16	0,12	0,25	0,00	6,8	7,1																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,70	0,34	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	B1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	10,47	3,32	0,25	-2,75	5,3	6,2																	
PLL	B1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,76	0,37	0,25	0,00	5,0	5,6																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,38	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2																	
Lav	B2				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,67	0,21	0,25	0,00	5,2	5,6																	
B1	B2		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	1,30	0,31	0,00	0,00	6,2	6,5																	
B2	Term 02		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	1,66	0,17	0,25	0,00	6,5	6,9																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,87	0,36	0,00	0,00	5,0	5,4																	
Lav	C3				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	6,24	1,98	0,25	0,00	5,4	7,6																	
Lav	C3						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	1,28	0,08	0,25	0,00	5,0	5,3																	
C3	C2				1		2		0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	1,49	0,28	0,00	0,00	7,6	7,9																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,54	0,32	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	Lav				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,73	0,23	0,00	0,00	5,3	5,6																	
Lav	C2				1		2		0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	7,33	1,40	0,25	0,00	5,6	7,2																	

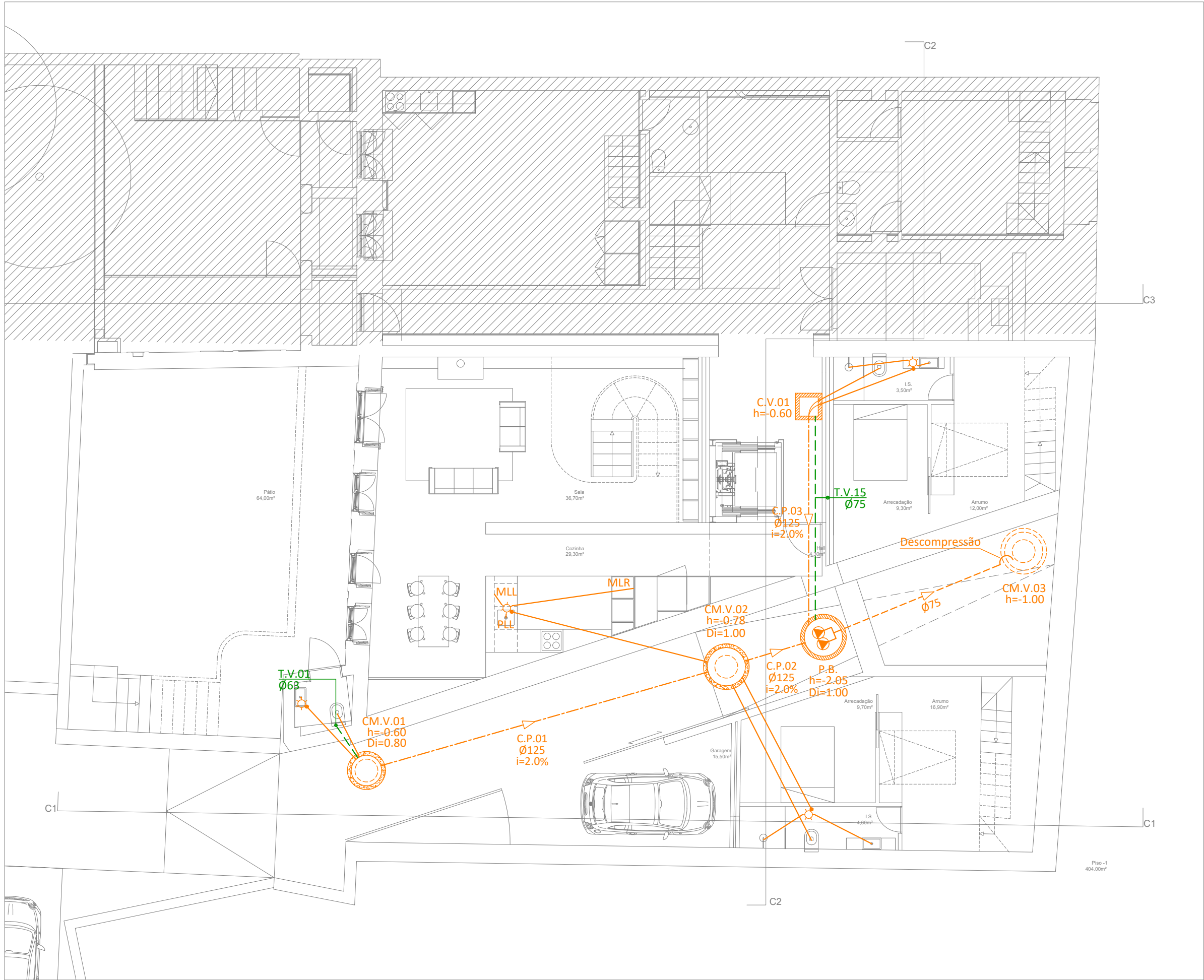
Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																		Temperatura (°C)		60,0		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																		Viscosidade (m²/s)		4,66E-07		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)	
jusante	montante	TQL 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Lav 0,10	MLR 0,20	Total (l/s)													
C2	C1				2		4		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	3,41	0,36	0,00	2,75	7,9	11,0	
Lav	C5						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	7,13	0,44	0,25	0,00	5,0	5,7	
PLL	C5		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,42	0,09	0,25	0,00	5,0	5,3	
C5	C1		1				1		0,30	0,30	0,32	13,82	25	16,6	1,39	3,55	0,52	0,00	0,00	5,7	6,2	
C1	Term 03		1		2		5		1,00	0,57	0,57	19,04	32	21,2	1,61	2,46	0,35	0,25	0,00	11,0	11,6	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,64	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1	
Lav	D2				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	5,58	1,77	0,25	0,00	5,1	7,1	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,87	0,11	0,00	0,00	5,0	5,1	
Lav	D2				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	1,80	0,57	0,25	0,00	5,1	5,9	
D2	D4				2		2		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	3,85	0,99	0,00	0,00	7,1	8,1	
PLL	D4		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	2,49	0,53	0,25	0,00	5,0	5,8	
D4	Term 04		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	0,39	0,04	0,25	0,00	8,1	8,4	
Chuv	E1				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,59	0,33	0,00	0,00	5,0	5,3	
Lav	E1						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	0,33	0,02	0,00	0,00	5,0	5,0	
E1	E				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,65	0,21	0,25	0,00	5,3	5,8	
PLL	E		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,87	0,40	0,25	0,00	5,0	5,6	
E	Term 05		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,64	0,15	0,25	0,00	5,8	6,2	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,65	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1	
Lav	F1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,18	1,01	0,25	0,00	5,1	6,3	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,66	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1	
Lav	F1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,37	0,75	0,25	0,00	5,1	6,1	
F1	F2				2		2		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	2,78	0,72	0,00	0,00	6,3	7,1	
PLL	F2		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	3,40	0,72	0,25	0,00	5,0	6,0	

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)																				
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06																		
																Norma da Tubagem: EN ISO 15874																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																																		Temperatura (°C)		60,0		
																		Viscosidade (m²/s)		4,66E-07																		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)																	
jusante	montante	TQL 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Lav 0,10	MLR 0,20	Total (l/s)																													
F2	Term 06		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	0,62	0,07	0,25	0,00	7,1	7,4																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,52	0,32	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	G				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	1,07	0,34	0,25	0,00	5,3	5,9																	
PLL	G		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,53	0,11	0,25	0,00	5,0	5,4																	
G	Term 07		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,33	0,08	0,25	0,00	5,9	6,2																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,75	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1																	
Lav	H1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	6,03	1,91	0,25	0,00	5,1	7,3																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,92	0,24	0,00	0,00	5,0	5,2																	
Lav	H2				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	0,54	0,17	0,25	0,00	5,2	5,7																	
PLL	H2		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,47	0,31	0,25	0,00	5,0	5,6																	
H2	H1		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,18	0,04	0,00	0,00	5,7	5,7																	
H1	Term 08		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	0,87	0,09	0,25	0,00	7,3	7,6																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,82	0,23	0,00	0,00	5,0	5,2																	
Lav	I1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	8,65	2,74	0,25	0,00	5,2	8,2																	
PLL	I1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	2,42	0,51	0,25	0,00	5,0	5,8																	
I1	Term 09		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,58	0,14	0,25	0,00	8,2	8,6																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,76	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1																	
Lav	J3				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,00	0,63	0,25	0,00	5,1	6,0																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,93	0,12	0,00	0,00	5,0	5,1																	
Lav	J3				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,11	0,67	0,25	0,00	5,1	6,0																	
J3	J1				2		2		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	2,78	0,72	0,00	0,00	6,0	6,8																	
PLL	J1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	3,40	0,72	0,25	0,00	5,0	6,0																	
J1	Term 10		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	0,62	0,07	0,25	0,00	6,8	7,1																	

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)																				
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06																		
																Norma da Tubagem: EN ISO 15874																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																																		Temperatura (°C)		60,0		
																		Viscosidade (m²/s)		4,66E-07																		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)																	
jusante	montante	TQL 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Lav 0,10	MLR 0,20	Total (l/s)																													
Chuv	K3				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,10	0,14	0,00	0,00	5,0	5,1																	
Lav	K3						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	2,03	0,13	0,00	0,00	5,0	5,1																	
K3	K1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	8,68	2,75	0,25	0,00	5,1	8,1																	
PLL	K1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,75	0,37	0,25	0,00	5,0	5,6																	
K1	Term 11		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,83	0,20	0,25	0,00	8,1	8,6																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,90	0,37	0,00	0,00	5,0	5,4																	
Lav	L1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,31	1,05	0,25	0,00	5,4	6,7																	
PLL	L1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,44	0,09	0,25	0,00	5,0	5,3																	
L1	Term 12		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,33	0,08	0,25	0,00	6,7	7,0																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,52	0,32	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	M1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	9,14	2,90	0,25	0,00	5,3	8,5																	
PLL	M1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,88	0,40	0,25	0,00	5,0	5,6																	
M1	Term 13		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,47	0,11	0,25	0,00	8,5	8,8																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,64	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1																	
Lav	N2				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,82	0,89	0,25	0,00	5,1	6,2																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,65	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1																	
Lav	N2				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,00	0,63	0,25	0,00	5,1	6,0																	
N2	N1				2		2		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	2,78	0,72	0,00	0,00	6,2	6,9																	
PLL	N1		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	2,58	0,55	0,25	0,00	5,0	5,8																	
N1	Term 14		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	2,36	0,25	0,25	0,00	6,9	7,4																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,76	0,22	0,00	0,00	5,0	5,2																	
Lav	O1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,16	1,00	0,25	0,00	5,2	6,5																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,72	0,22	0,00	0,00	5,0	5,2																	

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)					
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06			
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00			
																		Temperatura (°C)		60,0			
																		Viscosidade (m²/s)		4,66E-07			
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)		
jusante	montante	TQL	PLL	Ban	Chu	Bid	Lav	MLR	Total (l/s)														
		0,20	0,20	0,25	0,15	0,10	0,10	0,20															
Lav	O1				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	1,29	0,41	0,25	0,00	5,2	5,9		
O1	O2				2		2		0,50	0,41	0,41	16,19	25	16,6	1,90	8,64	2,23	0,00	0,00	6,5	8,7		
PLL	O2		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	1,03	0,22	0,25	0,00	5,0	5,5		
O2	Term 15		1		2		2		0,70	0,48	0,48	17,51	32	21,2	1,36	2,08	0,22	0,25	0,00	8,7	9,2		

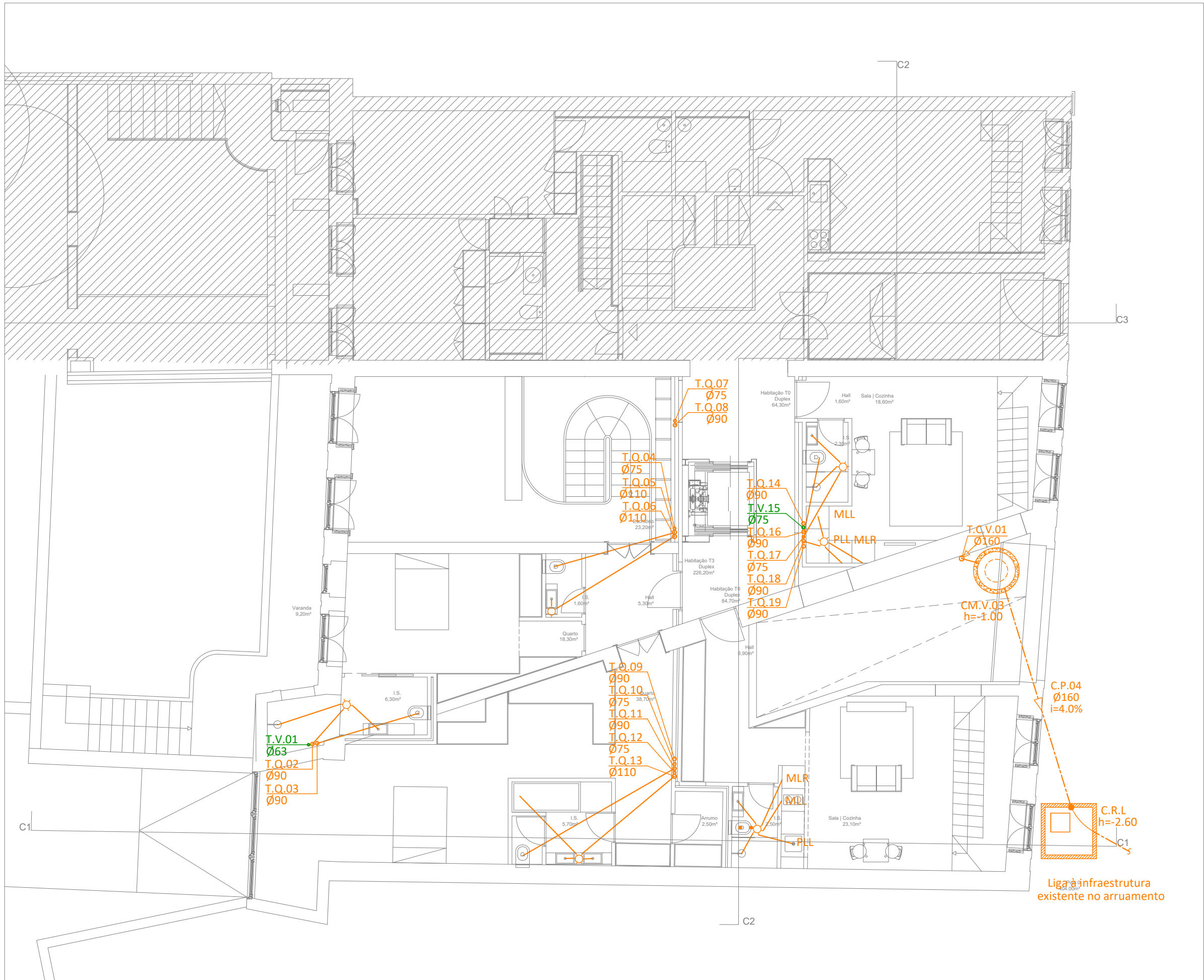




Planta do Piso -1  
Escala 1:100



Planta do Teto do Piso -1  
Escala 1:100



Planta do Piso 0  
Escala 1:100



Planta do Piso 1  
Escala 1:100

LEGENDA :	
	- Coletor predial
	- Coletor predial suspenso
	- Ramal de descarga
	- Rede sob pressão
	- Tubagem de ventilação
	- T.V.
	- T.Q.
	- T.C.V.
	- C.V.
	- C.R.L.
	- C.M.V.
	- P.B.
	- P.L.
	- M.L.R.
	- h.
	- i.
	- a.
	- b.
	- c.
	- d.
	- e.
	- f.
	- g.
	- h.
	- i.
	- j.
	- k.
	- l.
	- m.
	- n.
	- o.
	- p.
	- q.
	- r.
	- s.
	- t.
	- u.
	- v.
	- w.
	- x.
	- y.
	- z.

MATERIAL DA TUBAGEM	
- Ramais de descarga e tubos de queda:	tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Collectores prediais:	tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Tubagem sobpressão:	tubo P.V.C. (PN 1,0 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade

CAUDAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	CAUDAL (l/min)	Ø	i %(min.)
bacia de retrete	90	Ø90	1%
lavatório	30	Ø40	4%
bidê	30	Ø50	1%
prato de ducha			
lava-louça			
máquina lavar	60	Ø50	4%

RAMAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	Ø	Ø RAMAL	
bacia de retrete	Ø90	Ø90	B.L. — Ø90 — C.V.
	Ø90	Ø90	T.Q.
lavatório	Ø40/Ø50	C.P. — Ø75	B.L. — Ø90 — C.V.
bidê	Ø40/Ø50	C.P. — Ø75	T.Q.
prato de ducha	Ø50	C.P. — Ø75	T.Q.
lava-louça	Ø50	C.P. — Ø75	T.Q.
máquina lavar	Ø50	C.P. — Ø75	T.Q.

APARELHOS	TIPO DE SIFÕES	CALIBRES MÍNIMOS DOS SIFÕES EM mm
bacia de retrete	sifónico	90
lavatório	sifão de garrafa	32
bidê	sifão de garrafa (metálico)	38
lava-louça	sifão de gorduras	38
prato de ducha	c/ cachimbo na CP	38

SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE VISITA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x h	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50











SECÇÃO INTERIOR DAS CÂMARAS DE VISITA (CM.V.)	
DIMENSÕES Ø m	PROFUNDIDADE (m)
Ø 1.00	até 2.50
Ø 1.25	superior a 2.50

NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.
----------	--

Designação do projeto	REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR
Especialidade	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade	REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS
Título do desenho	PLANTAS: PISO E TETO DO -1, PISO 0 E PISO -1
Escala	1:100





LEGENDA :	
	- Coletor predial
	- Coletor predial suspenso
	- Ramal de descarga
	- Rede sob pressão
	- Tubagem de ventilação
T.Q.	- Tubo de ventilação de águas residuais
T.V.	- Tubo de queda de águas residuais
T.C.V.	- Tubo coletor vertical
C.V.	- Caixa de visita
C.R.L.	- Caixa ramal de ligação
CM.V.	- Câmara de visita
P.B.	- Poço de bombagem
P.LL	- Pia lava-louça
M.LR	- Máquina de lavar roupa
M.LL	- Máquina de lavar louça
h	- Altura útil da caixa de visita (m)
i	- Inclinação da tubagem ( $1\% < i < 4\%$ )
	- Sentido da inclinação da tubagem
	- Caixa de pavimento com boca de limpeza
	- Caixa de pavimento
	- Boca de varejamento
	- Bomba submersível

MATERIAL DA TUBAGEM
- Ramais de descarga e tubos de queda: tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Colectores prediais: tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Tubagem sobressensão: tubo P.V.C. (PN 1,0 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade

CAUDAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	CAUDAL (l/min)	Ø	i %(min.)
bacia de retrete	90	Ø90	1%
lavatório			
bidé	30	Ø40	4%
prato de duche	30	Ø50	1%
lava-louça			
máquina lavar	60	Ø50	4%

RAMAIS DE DESCARGA				
APARELHOS		Ø	Ø RAMAL	
bacia de retrete	Ø90	Ø90	B.L. - Ø90	C.V. T.Q.
	Ø90	Ø90		
lavatório				
bide	Ø40/Ø50	C.P. - Ø75	B.L. - Ø90	C.V. T.Q.
prato de duche	Ø40/Ø50	C.P. - Ø75		T.Q.
lava-louça				
máquina de lavar	Ø50	C.P. - Ø75	B.L. - Ø90	C.V. T.Q.
	Ø50	C.P. - Ø75		T.Q.
cápsula de pavimento / B.L. - boca de limpeza / C.V. - caixa de visita / T.Q. - tubo de queda				

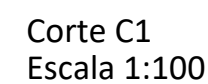
APARELHOS	TIPO DE SIFÕES	CALIBRES MÍNIMOS DOS SIFÕES Em mm
bacia de retrete	sifónico	90
lavatório	sifão de garrafa	32
bidé	sifão de garrafa (metálico)	38
lava-louça	sifão de gorduras	38
prato de duche	c/ cachimbo na CP	38























SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE VISITA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x h	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50

SECÇÃO INTERIOR DAS CÂMARAS DE VISITA (CM.V.)	
DIMENSÕES Ø m	PROFUNDIDADE (m)
Ø 1.00	até 2.50
Ø 1.25	superior a 2.50

NOTA 01: As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.

Designação do projeto	
<b>REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR</b>	
Especialidade	
<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	
Sub-especialidade	
<b>REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS</b>	
Título do desenho	
<b>PLANTAS: PISO 2, PISO 3, RECUADO E COBERTURA</b>	
Escala	
<b>1:100</b>	



-  - Coletor predial
-  - Coletor predial suspenso
-  - Ramal de descarga
-  - Rede sob pressão
-  - Tubagem de ventilação
-  - Tubo de ventilação de águas residuais
-  - Tubo de queda de águas residuais
-  - Tubo coletor vertical
-  - Caixa de visita
-  - Caixa ramal de ligação
-  - Câmara de visita
-  - Poço de bombagem
-  - Pia lava-louça
-  - Máquina de lavar roupa
-  - Máquina de lavar louça
-  - Altura útil da caixa de visita (m)
-  - Inclinação da tubagem (1% < i < 4%)
-  - Sentido da inclinação da tubagem
-  - Caixa de pavimento com boca de limpeza
-  - Caixa de pavimento
-  - Boca de varejamento
-  - Bomba submersível

- Ramais de descarga e tubos de queda:  
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Colectores prediais:  
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Tubagem sobressensão:  
tubo P.V.C. (PN 1,0 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade

NOTA 01: As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.

## 03



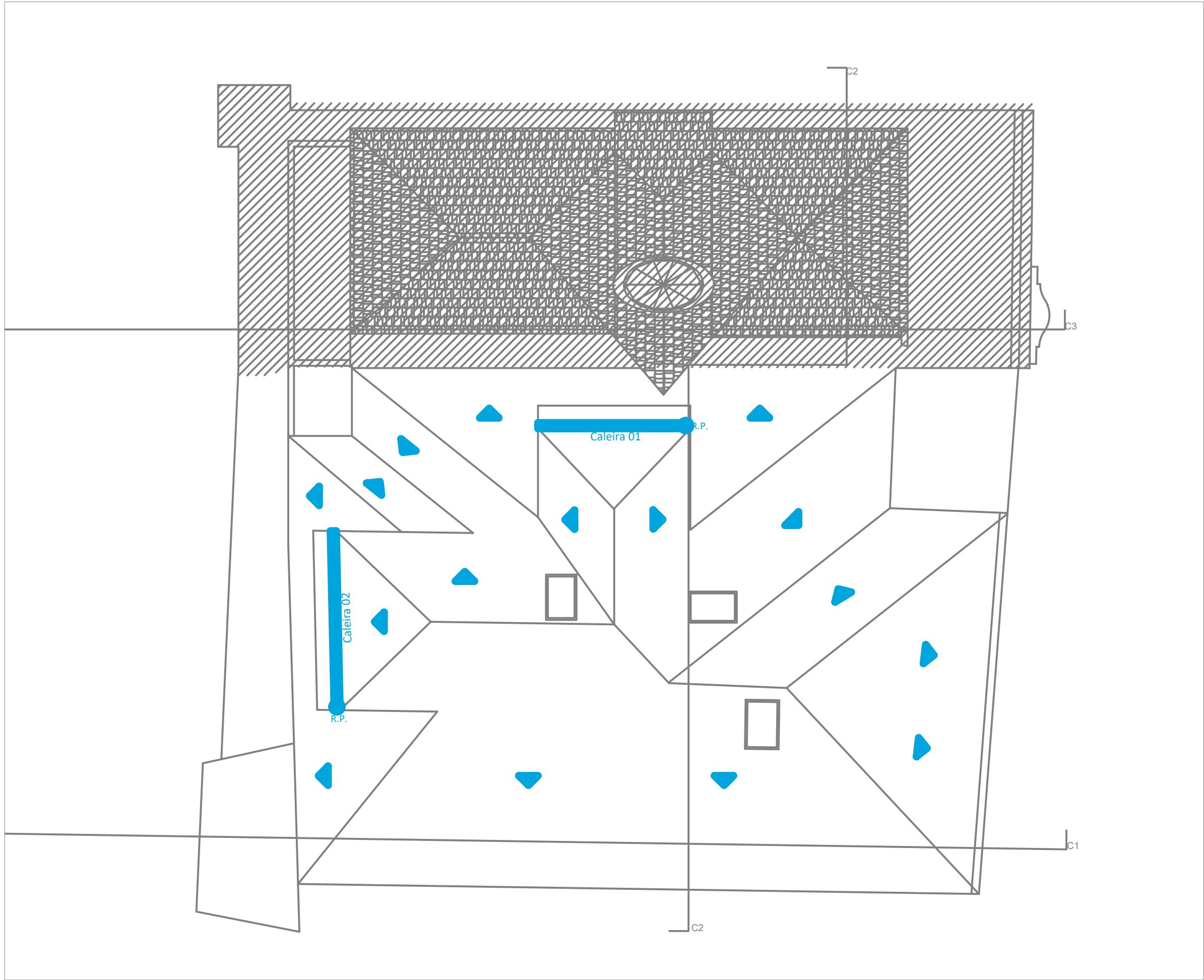
*for.*

Dimensionamento dos tubos de queda sem ventilação secundária																					
Tubo	Caudais de descarga (l/min)										Q <sub>CÁLCULO</sub> (l/min)	Diâmetros necessários							Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	Ø <sub>NOM.</sub> ADOTADO (mm)
	Ret 90	Ban 60	Bid 30	Chu 30	Lav 30	MILL 60	MLR 60	Uri 60	PLL 30	TLR 60		Pdes 30	Total								
T.Q.01																					
T.Q.02				1	1	2	2		2			360	171,6	60,47	72,39	83,22	93,26	102,70	90,0	86,4	90
T.Q.03	1											90	81,7	45,79	54,81	63,01	70,61	77,75	75,0	71,4	90
T.Q.04				3	3	1	1		1			330	163,7	59,43	71,13	81,78	91,65	100,92	75,0	71,4	75
T.Q.05	5											450	193,3	63,24	75,70	87,03	97,54	107,40	110,0	105,6	110
T.Q.06				1	2	3	3		3			540	213,1	65,60	78,52	90,28	101,17	111,40	110,0	105,6	110
T.Q.07				3	3							180	118,4	52,62	62,99	72,41	81,15	89,36	75,0	71,4	75
T.Q.08	3											270	147,1	57,08	68,33	78,55	88,03	96,94	75,0	71,4	90
T.Q.09	1											90	81,7	45,79	54,81	63,01	70,61	77,75	75,0	71,4	90
T.Q.10				1	1	1	1		1			210	128,6	54,27	64,96	74,69	83,70	92,17	75,0	71,4	75
T.Q.11	4											360	171,6	60,47	72,39	83,22	93,26	102,70	90,0	86,4	90
T.Q.12				3	3							180	118,4	52,62	62,99	72,41	81,15	89,36	75,0	71,4	75
T.Q.13				1	2	3	2		3			480	200,1	64,07	76,69	88,17	98,81	108,80	110,0	105,6	110
T.Q.14				1	1	2	2		2			360	171,6	60,47	72,39	83,22	93,26	102,70	90,0	86,4	90
T.Q.15																					
T.Q.16	4											360	171,6	60,47	72,39	83,22	93,26	102,70	90,0	86,4	90
T.Q.17				3	3							180	118,4	52,62	62,99	72,41	81,15	89,36	75,0	71,4	75
T.Q.18				4	4	1	1		1			390	179,1	61,45	73,56	84,57	94,77	104,36	90,0	86,4	90
T.Q.19	4											360	171,6	60,47	72,39	83,22	93,26	102,70	90,0	86,4	90

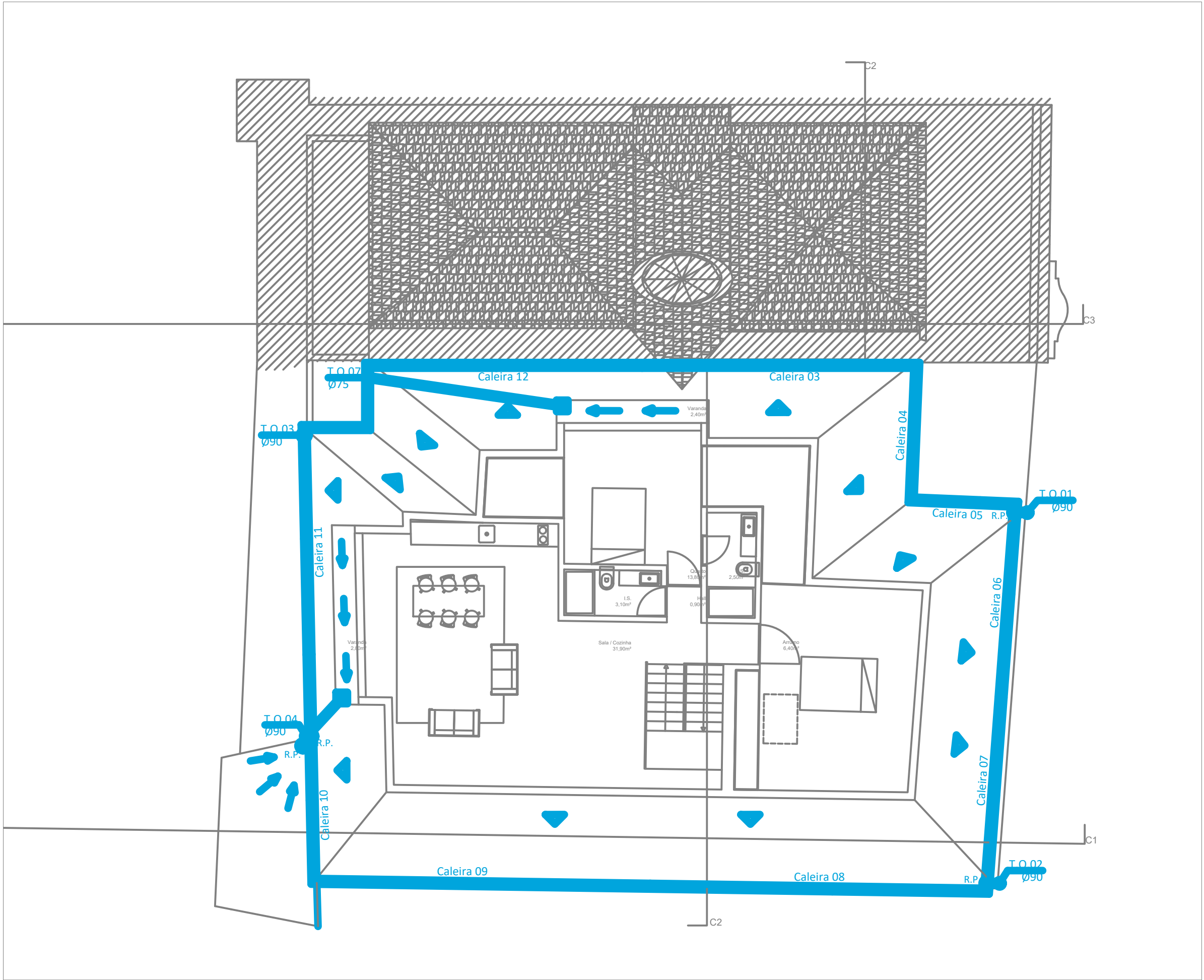
Dimensionamento de coletores prediais suspensos																																		
i - Inclinação do coletor R - Raio hidráulico Y - Altura da lâmina líquida D - Diâmetro da secção D/2 - Altura máxima da lâmina líquida Ks - Coeficiente de rugosidade												Material ks (m1/3*s-1) Norma regulamentar aplicável 23/95 de 23 de Agosto																						
Coletor	Ret		Ban		Bid		Chu		Lav		MLL		MLR		Uri		PLL		TLR		Pdes		Total	Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Y/D	secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )	R (m)	t (N/m <sup>2</sup> )
	90	60	30	30	30	30	60	60	60	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30													
C.P.S.01	16						15	16	7	7	7	7	7	7				7					3420	572,4	140	131,8	0,70	2,00	0,033	713,9	0,44	57,99	0,030	6,664
C.P.S.02	1						1	1	1	1	1	1	1	1				1					300	155,6	125	117,6	0,24	2,00	0,029	526,8	0,26	22,18	0,018	3,895
C.P.S.03	6						6	7	5	4	4	5	4	5				5					1620	383,7	125	117,6	0,59	2,00	0,029	526,8	0,42	42,93	0,026	5,717
C.P.S.04	1						1	1	2	2	2	2	2	2				2					450	193,3	125	117,6	0,30	2,00	0,029	526,8	0,29	25,91	0,019	4,278
C.P.S.05	7						7	8	7	6	6	7	6	7				7					2070	437,5	125	117,6	0,67	2,00	0,029	526,8	0,45	47,42	0,027	6,031
C.P.S.06	23						22	24	14	13	13	14	13	14				14					5490	737,4	160	150,6	0,69	2,00	0,038	1018,7	0,42	70,07	0,033	7,303

*fa.*

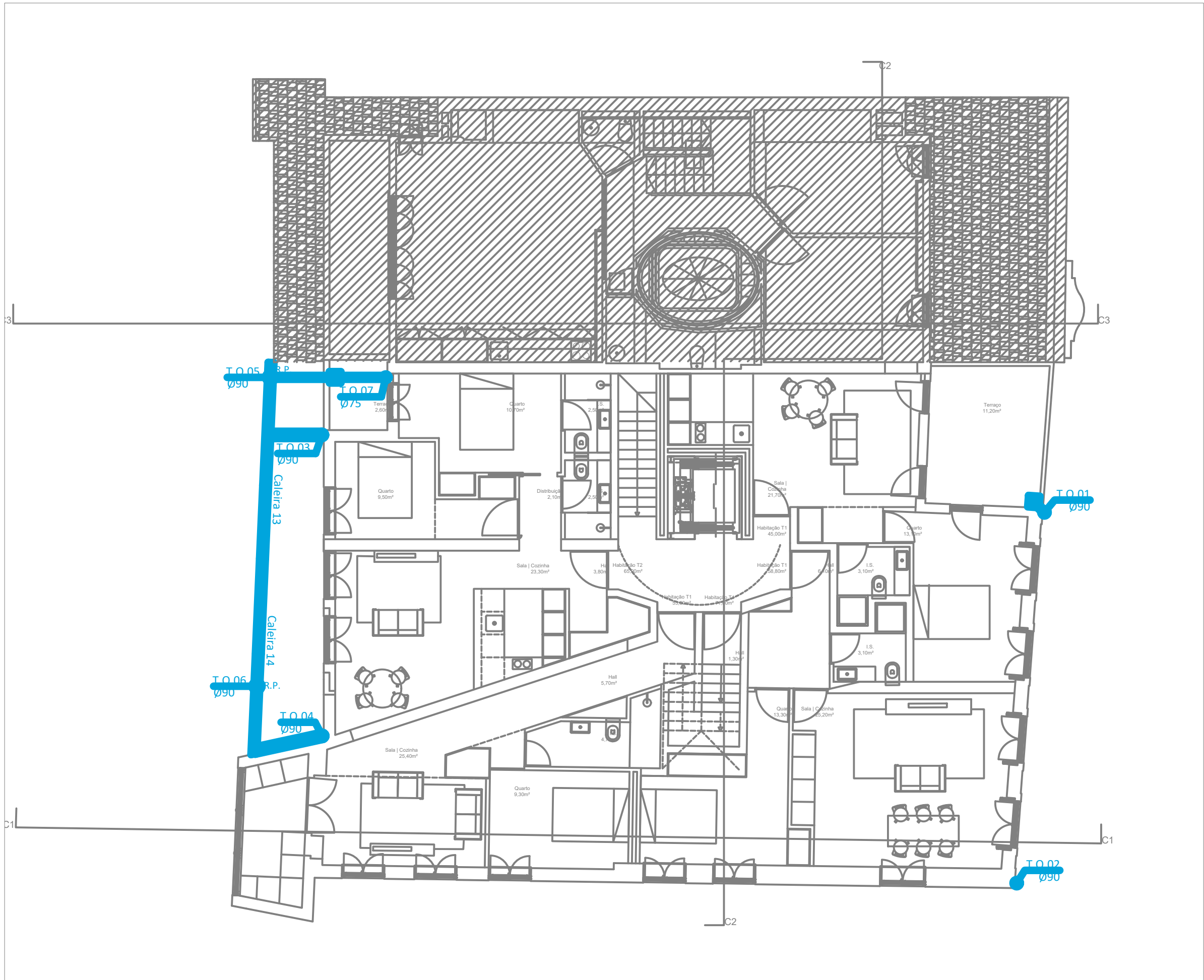
Dimensionamento de coletores prediais enterrados																												
i - Inclinação do coletor													Material															
R - Raio hidráulico													Ks (m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> )															
Y - Altura da lâmina líquida													Dec. Reg.															
D - Diâmetro da secção													23/95 de 23															
D/2 - Altura máxima da lâmina líquida													de Agosto															
Ks - Coeficiente de rugosidade													Norma regulamentar aplicável															
Coletor	Caudais de descarga (l/min)																Q <sub>CÁLCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CÁLCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Caudal da Secção Cheia (l/min)	Y/D	Secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )	R (m)	t (N/m <sup>2</sup> )
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MILL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes	Total																
	90	60	30	30	30	60	60	60	60	30	60		30															
C.P.01	1				1										120	95,3	125	117,6	0,15	2,00	0,029	526,8	1053,5	15,67	0,014	3,146		
C.P.02	2			1	2	1	1			1					420	186,3	125	117,6	0,29	2,00	0,029	526,8	1053,5	25,23	0,019	4,210		
C.P.03	1			1	1										150	107,4	125	117,6	0,16	2,00	0,029	526,8	1053,5	17,05	0,015	3,315		
C.P.04	26			24	27	15	14			15					6060	777,4	160	150,6	0,73	2,00	0,038	1018,7	2037,5	72,93	0,034	7,463		



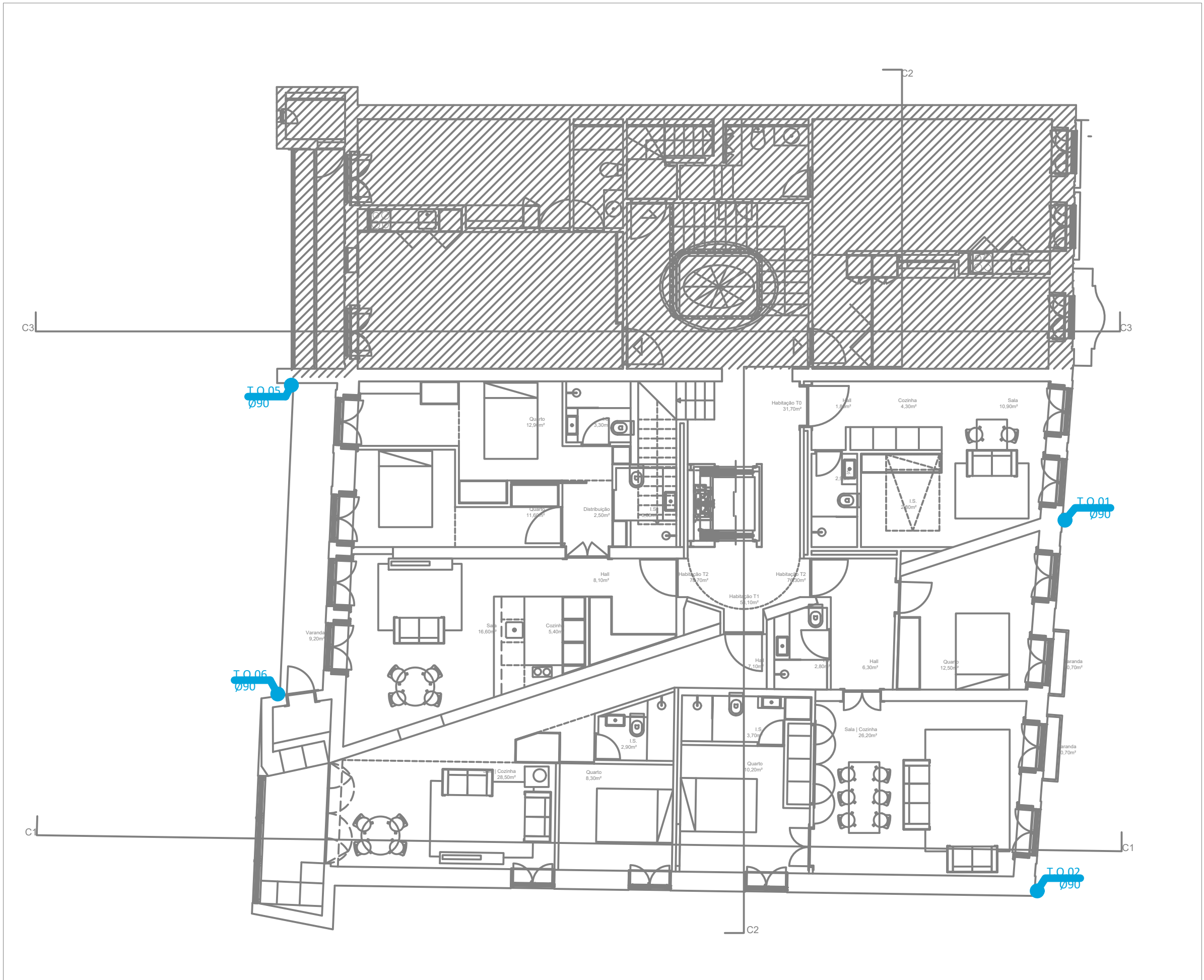
Planta da Cobertura  
Escala 1:100



Planta do Recuado  
Escala 1:100



Planta do Piso 3  
Escala 1:100



Planta do Piso 2  
Escala 1:100

LEGENDA:

T.Q.

C.A.

CM.R.L.

CM.V.

P.B.

R.P.

h

i

- Tubagem de águas pluviais enterrada

- Geodrenos

- Rede sobressão

- Tubo de queda de águas pluviais

- Caixa de areia

- Câmara de ramal de ligação

- Câmara de visita

- Poço de Bombagem

- Sentido da inclinação das coberturas

- Sentido de escoamento

- Ralo de pinha

- Sifão de campinha

- Grelha

- Altura útil das caixas

- Inclinação da tubagem (0.5% ≤ i ≤ 4%)

- Bomba submersível

MATERIAL DA TUBAGEM

- Rede de águas pluviais:  
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade

- Tubos de queda: Zinco

- Caleiras: Zinco

- Geodreno:  
tubo em P.V.C. corrugado perfurado envolvido em manta geotêxtil

- Tubagem sobressão  
tubo em P.V.C. (PN 1,0 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade

SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE AREIA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x 1.00	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50

SECÇÃO DAS CÂMARAS DE VISITA						
	DIÂMETRO DO COLECTOR			ALTURA DA CÂMARA DE VISITA		
	400<φ<500 mm	500<φ<800 mm	φ<800 mm	P<2.5 m	P=2.51 a 5.0 m	P<5.0 m
Circular	1.00 m	1.25 m	0.20+φ+0.20	1.00 m	1.25 m	1.50 m

NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.
----------	--

Designação do projeto

REMODELACÃO DE EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR

Especialidade

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Sub-especialidade

REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

Título do desenho

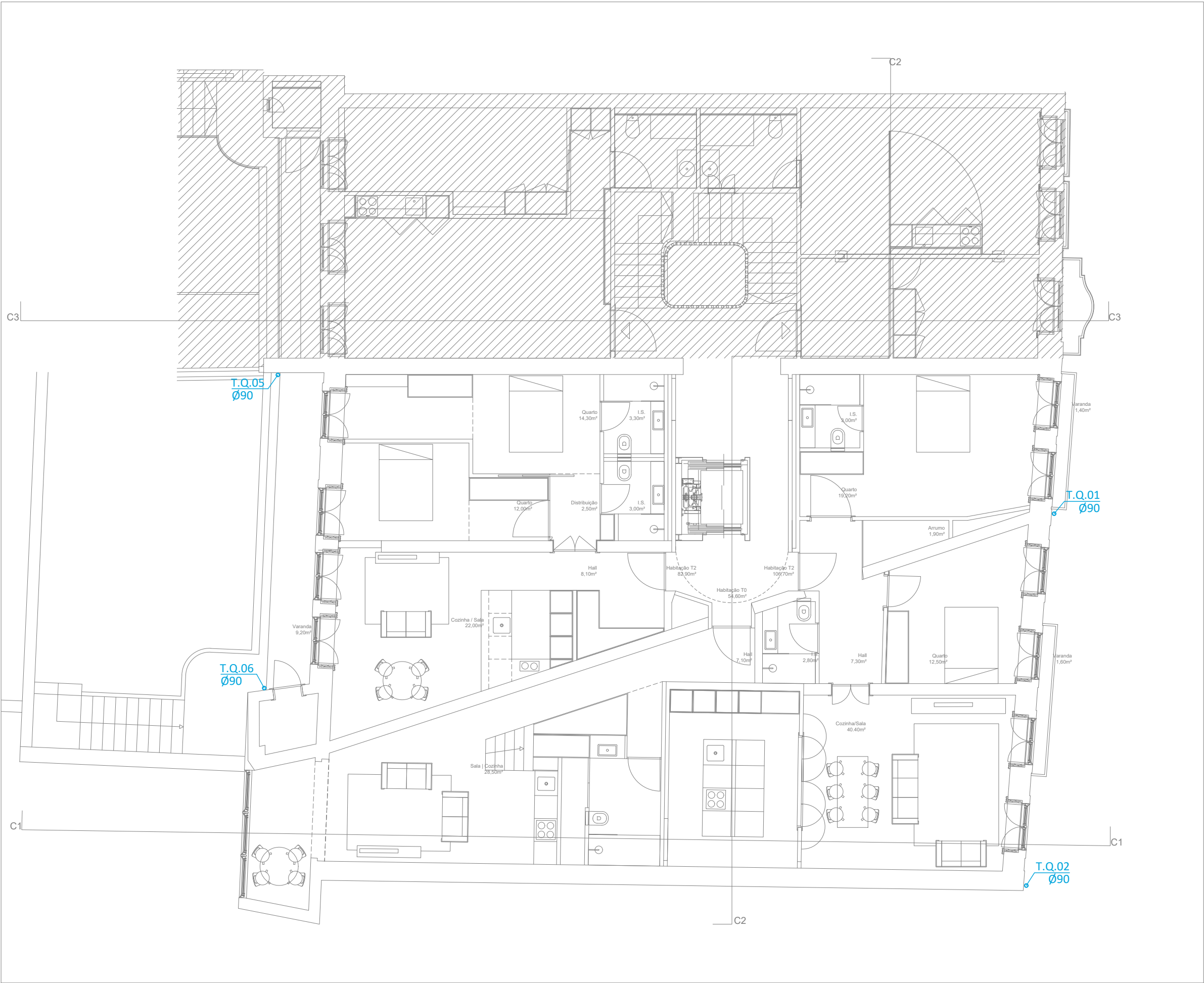
PLANTAS: COBERTURA, PISO RECUADO, PISO 3, PISO 2

Escala

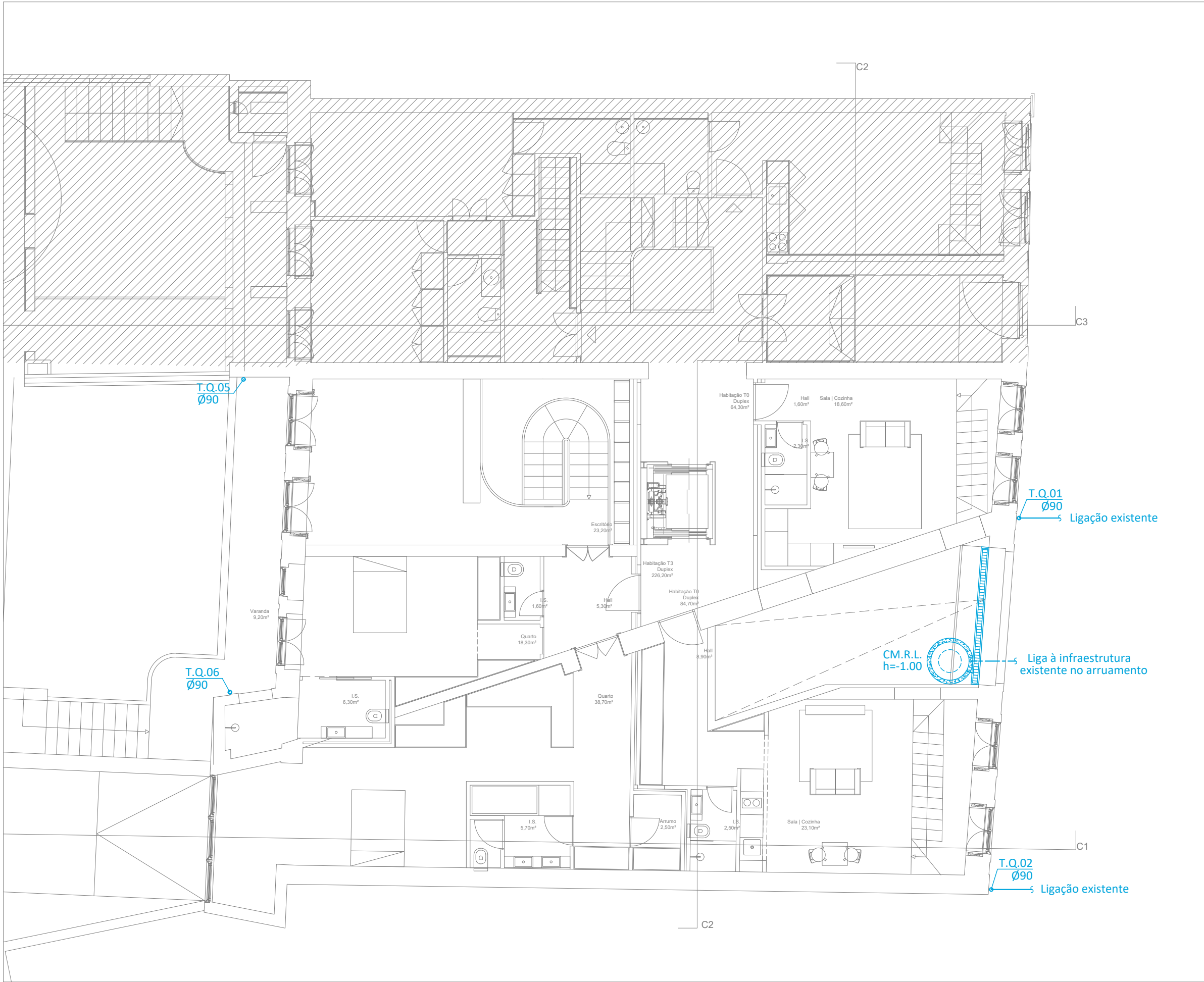
1:100

01

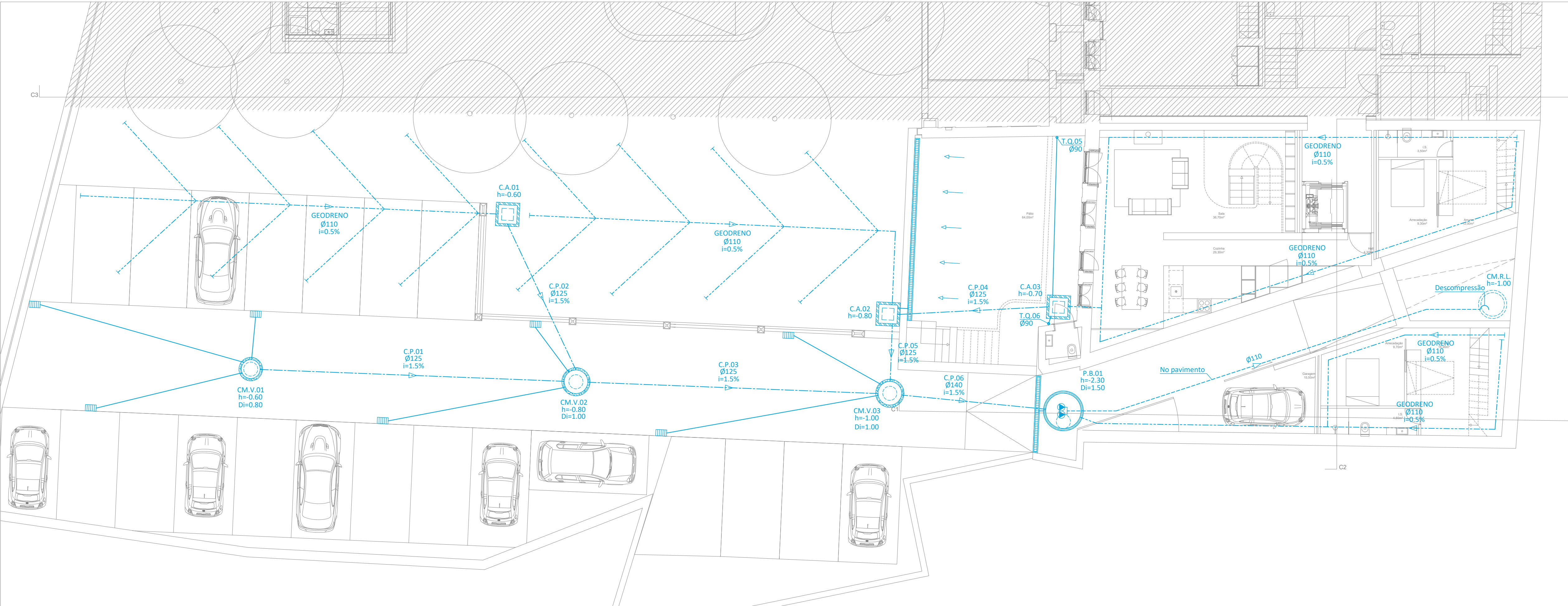




Planta do Piso 1  
Escala 1:100



Planta do Piso 0  
Escala 1:100



Planta do Piso -1  
Escala 1:100

LEGENDA :	
	- Tubagem de águas pluviais enterrada
	- Geodrenos
	- Rede sobressão
	- Tubo de queda de águas pluviais
	- Caixa de areia
	- Câmara de ramal de ligação
	- Câmara de visita
	- Poço de Bombagem
	- Sentido da inclinação das coberturas
	- Sentido de escoamento
	- Ralo de pinha
	- Sifão de campainha
	- Grelha
	- Altura útil das caixas
	- Inclinação da tubagem (0.5% ≤ i ≤ 4%)
	- Bomba submersível

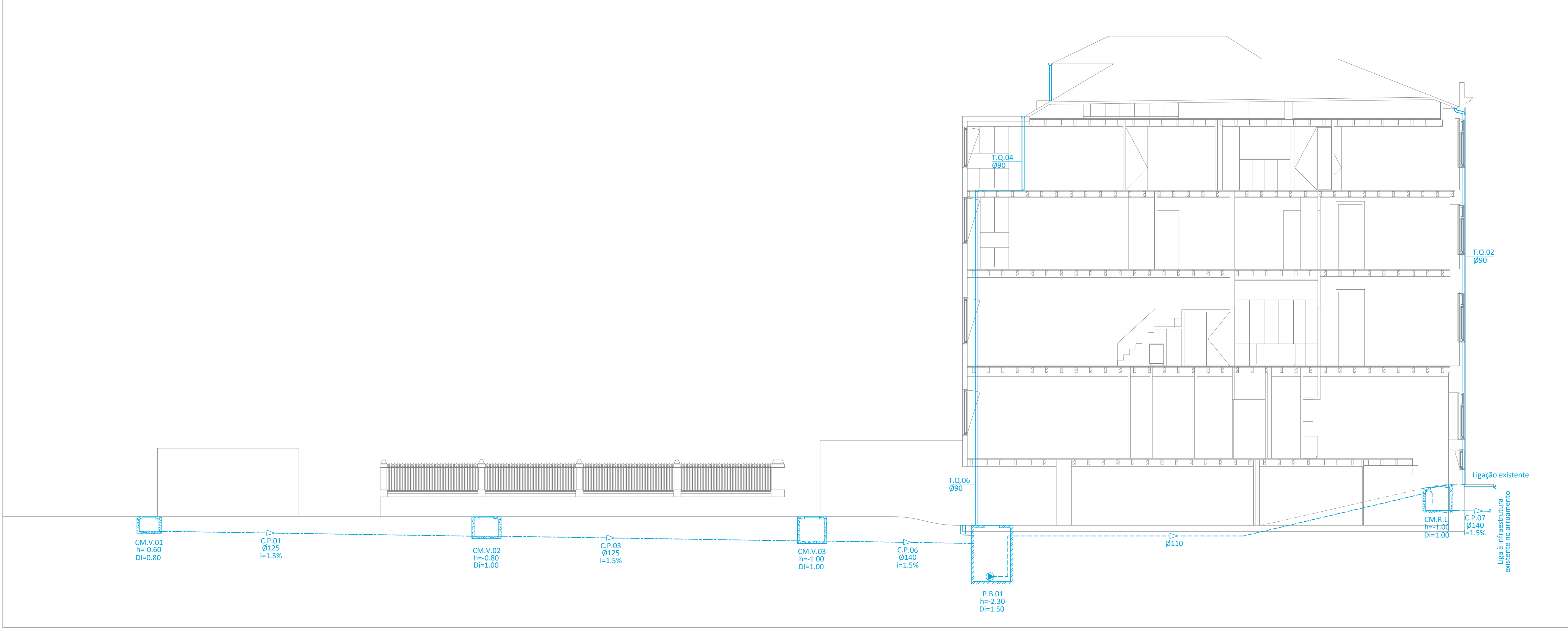
MATERIAL DA TUBAGEM	
- Rede de águas pluviais:	
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	
- Tubos de queda: Zinco	
- Caleiras: Zinco	
- Geodreno:	
tubo em P.V.C. corrugado perfurado envolvido em manta geotêxtil	
- Tubagem sobressão	
tubo em P.V.C. (PN 1,0 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	

SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE AREIA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x h	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50

SECÇÃO DAS CÂMARAS DE VISITA					
DIÂMETRO DO COLECTOR	ALTURA DA CÂMARA DE VISITA				
	P < 2.5 m	P = 2.51 a 5.0 m	P < 5.0 m		
400 < Ø < 500 mm	1.00 m	1.25 m	0.20+Ø+0.20	1.00 m	1.25 m
500 < Ø < 800 mm					
Ø < 800 mm					
Circular	1.00 m	1.25 m	0.20+Ø+0.20	1.00 m	1.25 m

NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.
----------	--

Designação do projeto	REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR
Especialidade	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade	REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS
Título do desenho	PLANTAS: PISO 1, PISO 0, PISO -1
Escala	1:100



Corte C1  
Escala 1:100

LEGENDA :	
	- Tubagem de águas pluviais enterrada
	- Geodrenos
	- Rede sobpressão
	- Tubo de queda de águas pluviais
	- Caixa de areia
	- Câmara de ramal de ligação
	- Câmara de visita
	- Poço de Bombagem
	- Sentido da inclinação das coberturas
	- Sentido de escoamento
	- Ralo de pinha
	- Sifão de campainha
	- Grelha
	- Altura útil das caixas
	- Inclinação da tubagem (0.5% ≤ i ≤ 4%)
	- Bomba submersível

MATERIAL DA TUBAGEM
- Rede de águas pluviais: tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Tubos de queda: Zinco
- Caleiras: Zinco
- Geodreno: tubo em P.V.C. corrugado perfurado envolvido em manta geotêxtil
- Tubagem sobpressão tubo em P.V.C. (PN 1,0 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade

Designação do projeto
REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR
Especialidade
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade
REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS
Título do desenho
CORTE LONGITUDINAL
Escala
1:100



Dimensionamento de caleiras circulares										
<div><div>Fórmula racional → <math>Q = C \cdot I \cdot A</math></div><div>Velocidade de escoamento (segundo Manning - Strickler) → <math>U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}</math></div><div>Área<sub>Reduzida</sub> = Área<sub>Bacia</sub> * Coeficiente<sub>Escoamento</sub></div><div>Y/D é determinado segundo a formula de Malafaya - Proença</div><div>R - Raio hidráulico</div><div>Y - Altura da lâmina líquida</div><div>Qo - Caudal para a secção cheia</div><div>Área máxima de escoamento = 0,7*Área de secção transversal</div></div>										
<div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div>Áreas Tipo</div><div>Coef. Escoamento</div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div>Áreas Cobertas</div><div>1,00</div></div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div>Áreas Pavimentadas</div> <div>0,85</div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div>Áreas Ajardinadas</div> <div>0,15</div>										

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Diâmetro Nominal (mm)	Qo (l/min)	Caudal Unitário - q	Y/D	Y (mm)	Secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada							
caleira 1	4,8			8,4	150	756,0	0,011	0,074	11,1	5,9
caleira 2	6,4			11,3	150	756,0	0,015	0,085	12,8	7,3
caleira 3	18,8			32,8	150	756,0	0,043	0,142	21,2	15,3
caleira 4	47,8			83,6	150	756,0	0,111	0,223	33,4	29,4
caleira 5	62,9			110,0	150	756,0	0,146	0,256	38,4	35,7
caleira 6	13,7			24,0	150	756,0	0,032	0,122	18,3	12,3
caleira 7	13,6			23,8	150	756,0	0,031	0,121	18,2	12,2
caleira 8	35,9			62,8	150	756,0	0,083	0,194	29,0	24,0
caleira 9	46,9			82,0	150	756,0	0,108	0,221	33,1	29,0
caleira 10	63,4			110,9	150	756,0	0,147	0,257	38,5	35,9
caleira 11	18,8			32,9	150	756,0	0,043	0,142	21,2	15,3
caleira 12	31,0			54,2	150	756,0	0,072	0,180	27,0	21,7
caleira 13	27,0			47,3	150	756,0	0,063	0,169	25,3	19,7
caleira 14	85,7			150,0	150	756,0	0,198	0,300	45,0	44,6

Material

ZINCO

Região Pluviométrica

A

Intensidade - I (l/(min\*m<sup>2</sup>))

1,75

Coeficiente de Rugosidade - k<sub>s</sub> (m<sup>1/3</sup>\*s<sup>-1</sup>)

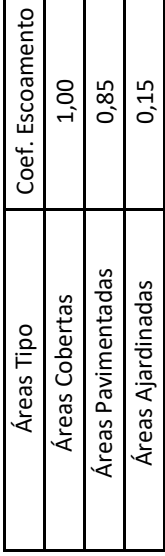
90,0

Inclinação (%)

0,50

Dimensionamento de tubos de queda									
<div><div>Fórmula racional → <math>Q = C \cdot I \cdot A</math></div><div><math>\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Esgoamento}}</math></div><div>Y - Altura da lâmina líquida da calreira</div><div>H - Altura da seção transversal da calreira</div><div><math>D = \frac{Q - 0,02638 \cdot \beta \cdot \gamma^{5/2}}{0,02638 \cdot \alpha \cdot \gamma^{3/2}}</math></div></div>									
Áreas Tipo		Coef. Esgoamento							
Áreas Cobertas		1,00							
Áreas Pavimentadas		0,85							
Áreas Ajudadas		0,15							
Material		ZINCO							
Região Pluviométrica		A							
Intensidade - I (l/(min*m²))		1,75							
β		0,350							
α		0,453							
Troço	Área da Bacia (m²)			Caudal Cálculo (l/min)		Seção		Y (mm)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajudada			ø nom. (mm)	ø int. (mm)		
T.Q.01	87,8			153,6		90	86,4	63,0	807,2
T.Q.02	49,5			86,6		90	86,4	63,0	807,2
T.Q.03	18,8			32,9		90	86,4	63,0	807,2
T.Q.04	76,9			134,6		90	86,4	63,0	807,2
T.Q.05	63,0			110,2		90	86,4	63,0	807,2
T.Q.06	85,7			150,0		90	86,4	63,0	807,2
T.Q.07	33,4			58,4		90	86,4	63,0	807,2

Dimensionamento de coletores



Velocidade de escoamento (segundo Manning-Strickler)  $\rightarrow U = k_s * R^{2/3} * i^{1/2}$

PVC 0,6M

A

1,75

120,0

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Inclinação (%)	R <sub>V=D</sub> (m)	Velocidade Efetiva (m/s)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada		ønom. (mm)	øint. (mm)				
C.P.01		96,8		82,3	144,0	125	120	0,030	1,42	962,9
C.P.02			156,3	23,4	41,0	125	120	0,030	1,42	962,9
C.P.03		241,3	156,3	228,6	400,0	125	120	0,030	1,42	962,9
C.P.04	148,7		56,4	157,2	275,0	125	120	0,030	1,42	962,9
C.P.05	148,7	64,0	207,9	234,3	410,0	125	120	0,030	1,42	962,9
C.P.06	148,7	450,0	364,2	585,8	1025,2	140	134,4	0,034	1,53	1302,6

Cálculo do poço de bombagem para elevação das águas pluviais			
1. Determinação da altura manométrica de compressão		2. Determinação da potência das bombas	
Caudal bombado (l/s)	17,78	Caudal bombado (l/s)	17,780525
Diâmetro da tubagem de compressão (mm)	110	Altura manométrica (m.c.a.)	6,35
Velocidade de circulação (m/s)	1,87	Rendimento da bomba (%)	70
Comprimento da tubagem de compressão (m)	23,66	Potência da bomba (Kw)	1,58
Perda de carga de percurso na tubagem de compressão (m/m)	0,0253	3. Determinação do volume útil da câmara de bombagem	
Perda de carga na tubagem de compressão (m.c.a.)	0,60	Caudal cálculo (l/s)	17,78
Somatório das perdas de carga localizadas (m.c.a.)	0,89	N (arranques/h)	6
Desnível geométrico entre a secção de saída da bomba e a secção de saída da tubagem de compressão (m)	3,80	Volume útil de cálculo (m <sup>3</sup> )	2,67
Altura manométrica de compressão (m.c.a.)	5,29	Altura útil do poço (m)	1,55
		Diâmetro do poço (m)	1,50
		Volume do poço (m <sup>3</sup> )	2,74

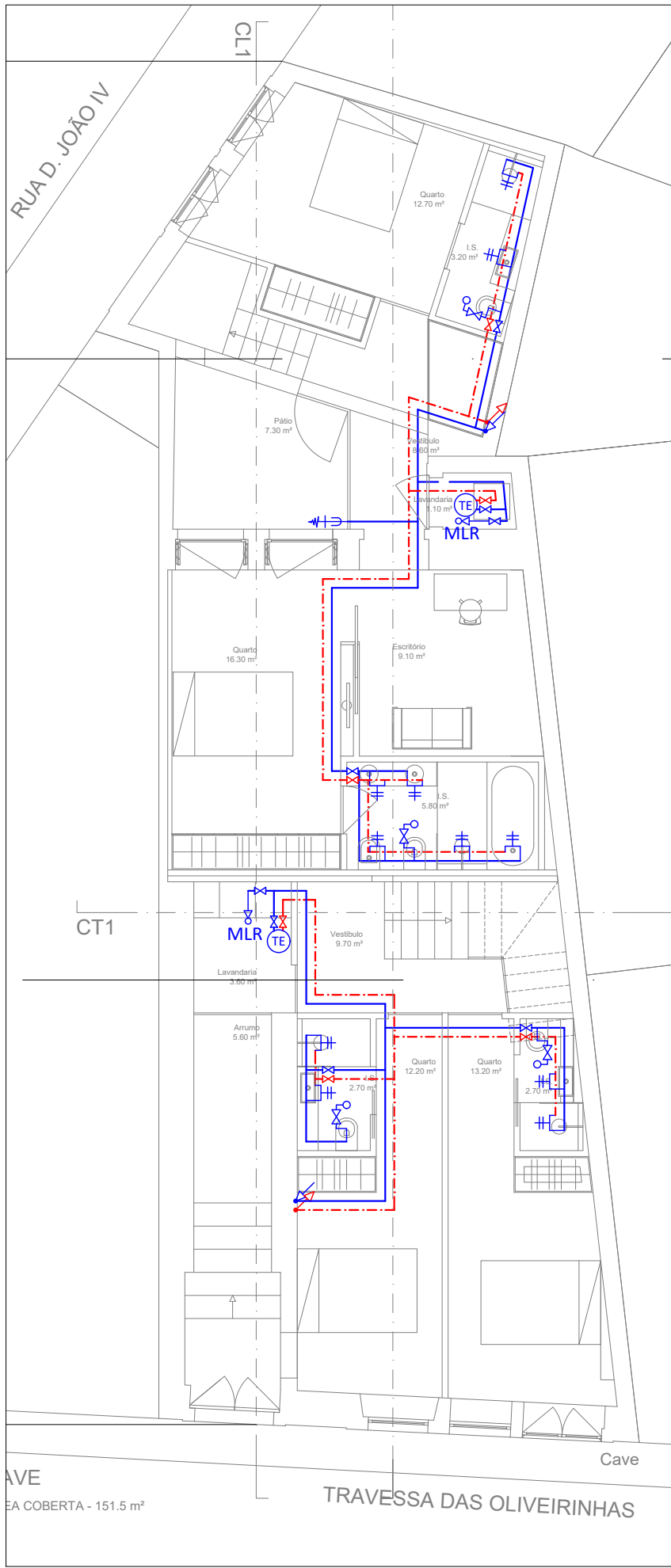
## **ANEXO II**

Projeto F:

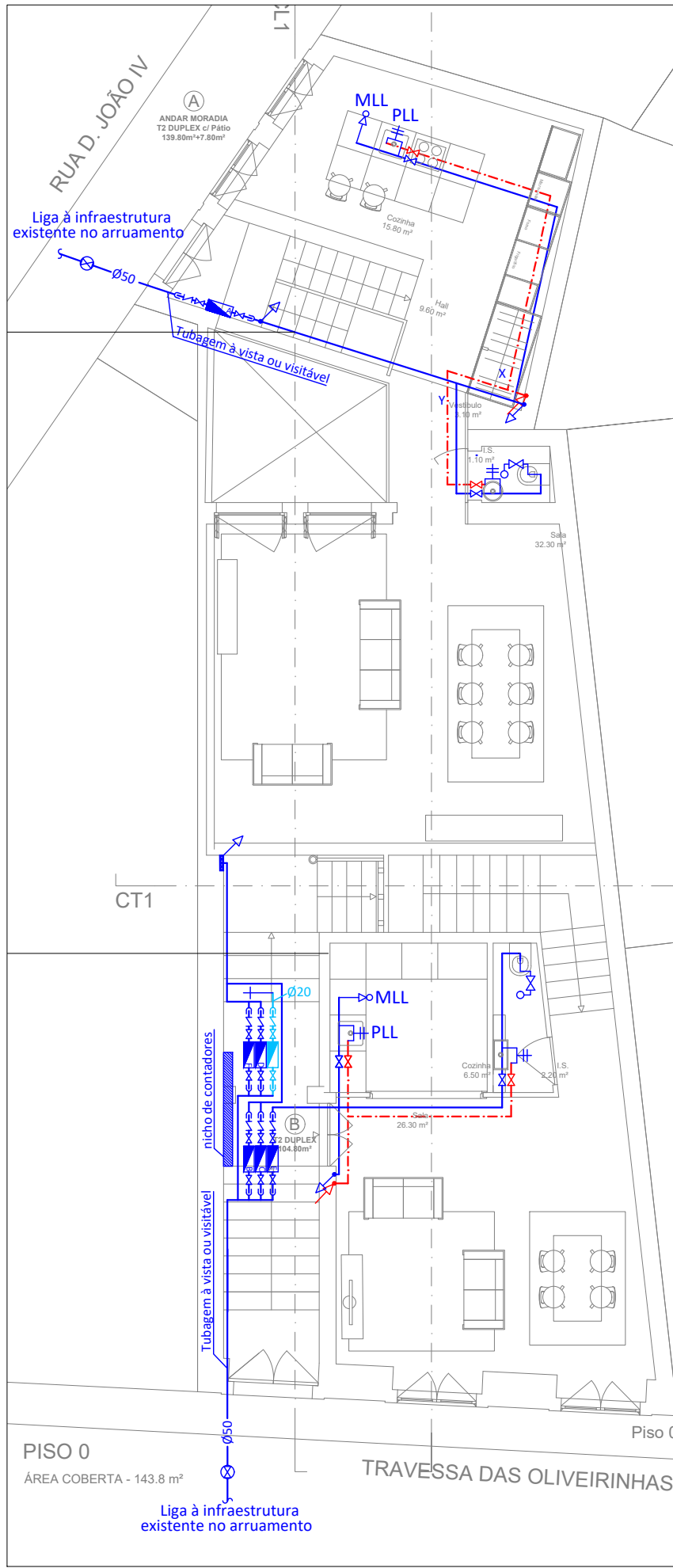
Rede de Abastecimento de Água

Rede de Drenagem de Águas Residuais

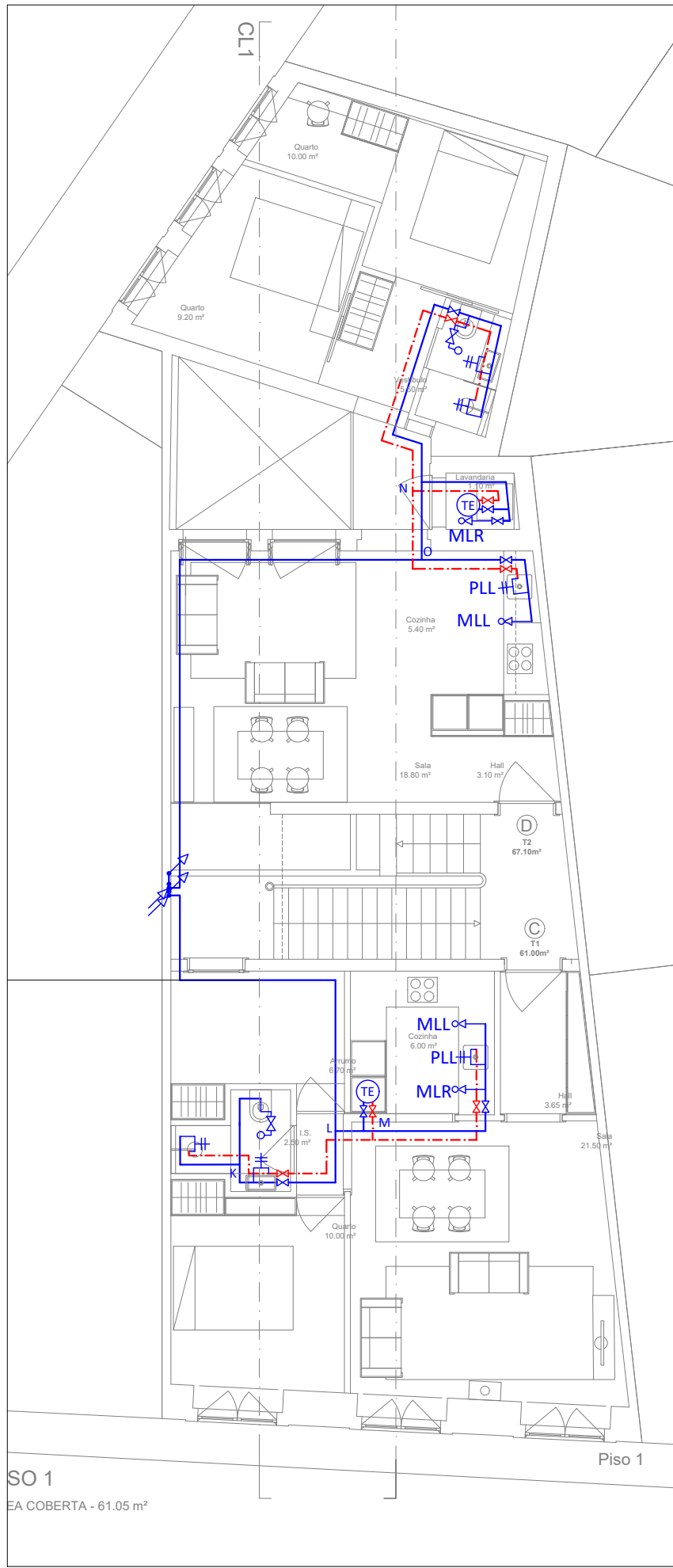
Rede de Drenagem de Águas Pluviais



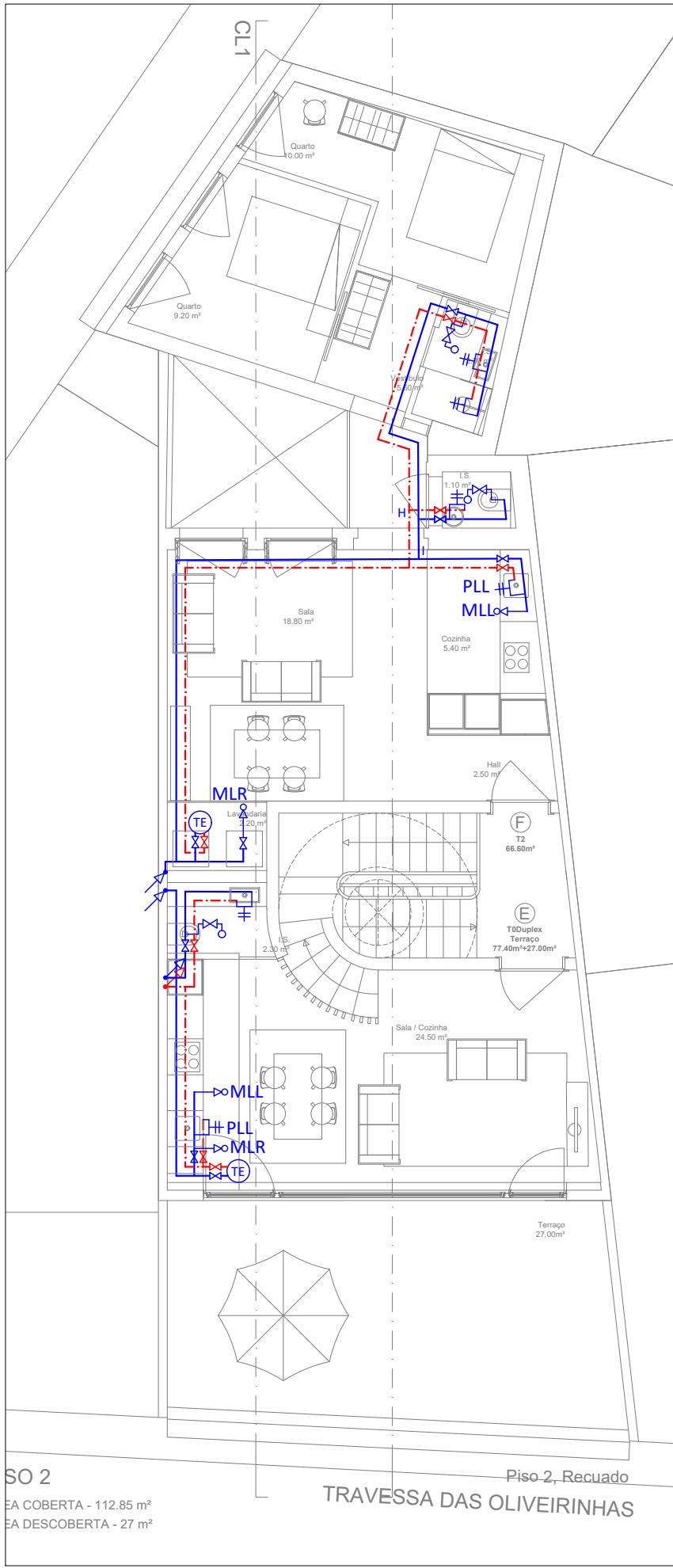
Planta da Cave  
Escala 1:100



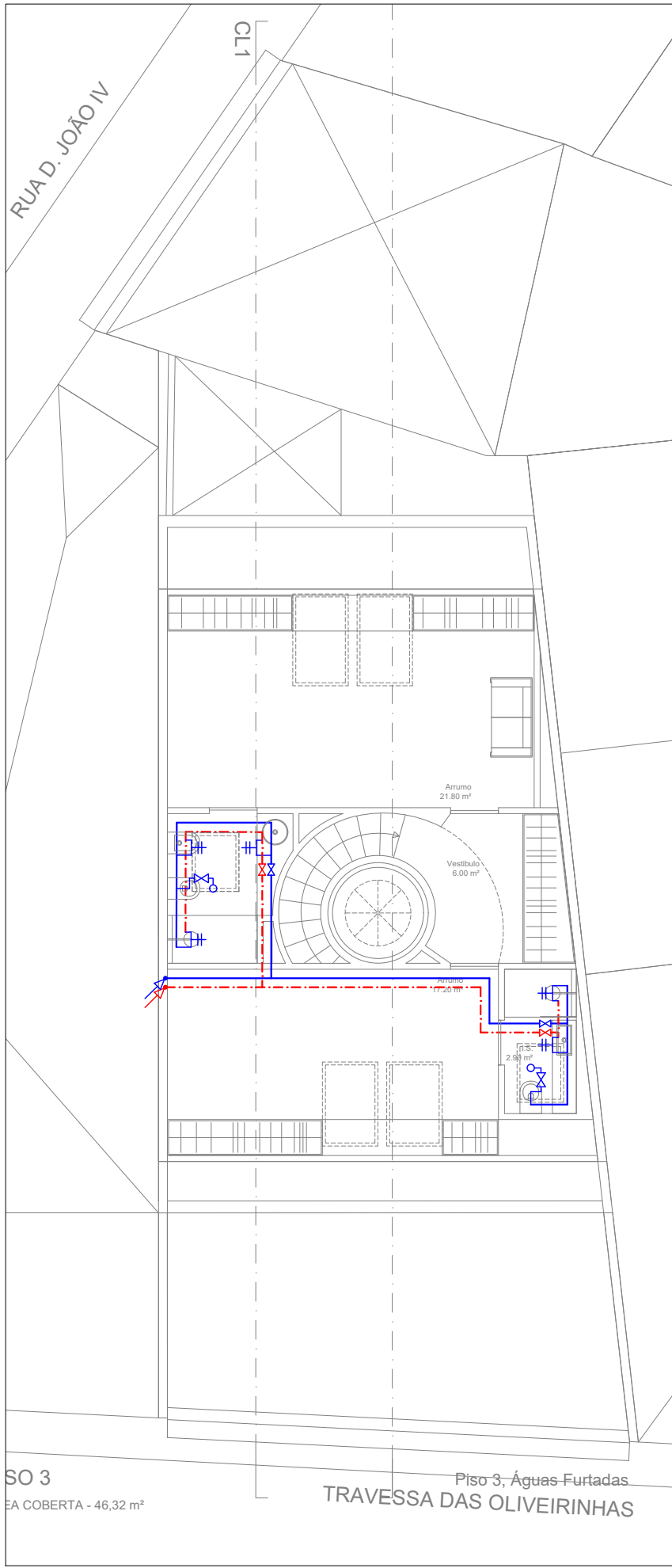
Planta do Piso 0  
Escala 1:100



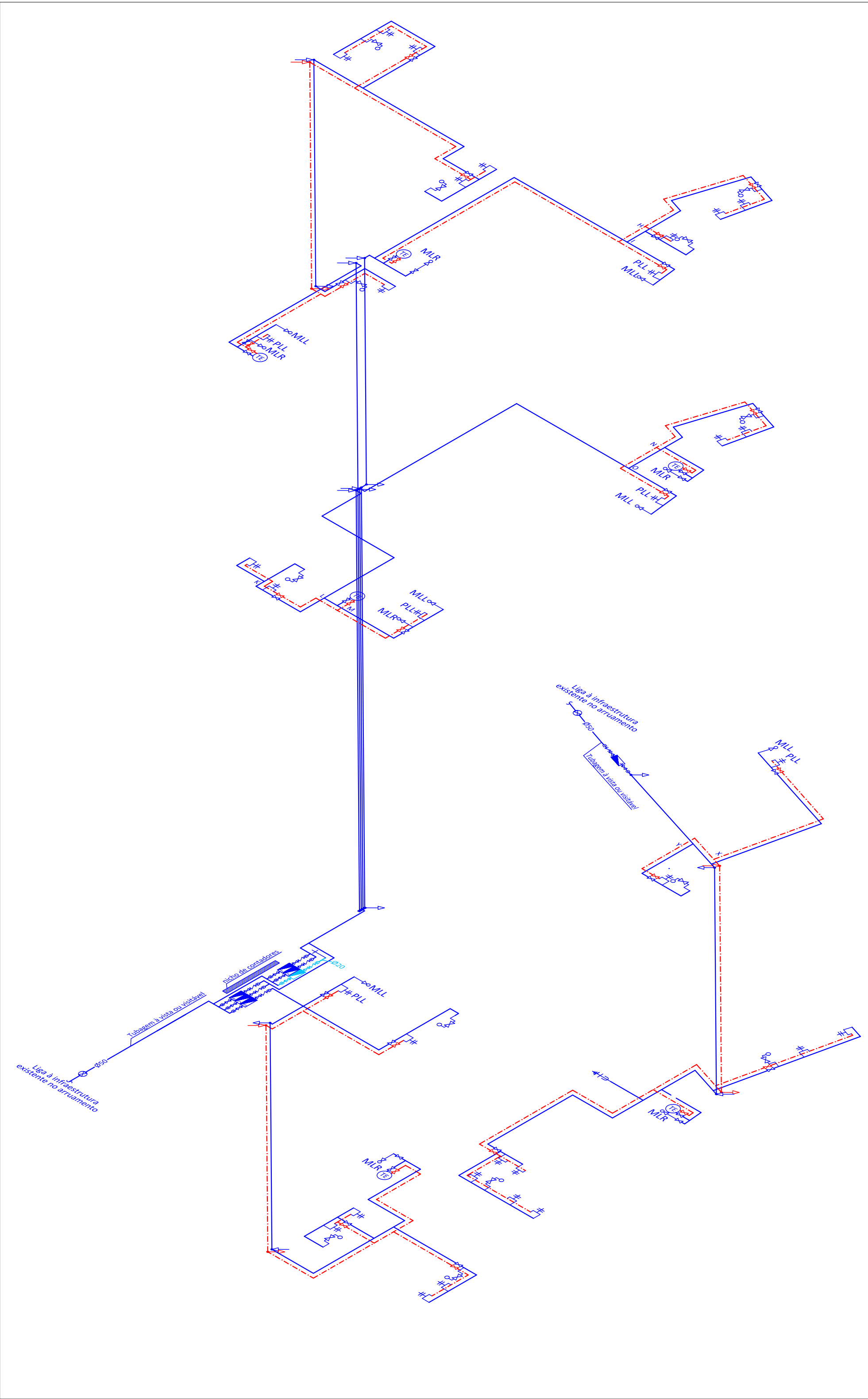
Planta do Piso 1  
Escala 1:100



Planta do Piso 2  
Escala 1:100



Planta do Piso 3  
Escala 1:100



Isométrica  
Sem Escala

LEGENDA :	
	- Tubagem de abastecimento de água fria
	- Tubagem de abastecimento de água de serviços comuns
	- Tubagem de abastecimento de água quente
	- Torneira de água fria
	- Torneira misturadora
	- Torneira de lavagem
	- Torneira de esquadria
	- Válvula de bóia
	- Válvula de seccionamento
	- Válvula antirretorno
	- Queda de tubagem da esquerda para a direita
	- Contador
	- Máquina de lavar roupa
	- Pia lava louça
	- Máquina de lavar louça
	- Termoacumulador
	- Início de coluna ascendente
	- Continuação de coluna ascendente
	- Fim de coluna ascendente

MATERIAL DA TUBAGEM	
- Redes interiores de águas fria e quente:	
tubo de polipropileno	
- Redes exteriores e distribuição:	
tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)	

QUADRO DE DIÂMETROS DAS DERIVAÇÕES AOS APARELHOS			
APARELHOS	Ø	APARELHOS	Ø
bacia de retrete	16	máquina de lavar roupa	25
prato de duche	20	máquina de lavar louça	20
lavatório	16	torneira de lavagem	25
lava-louça	25		

EQUIPAMENTOS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS	
- Termoacumulador elétrico da marca Vulcano, modelo NaturaAqua 150L, com capacidade de 150 litros, para todas as frações.	

Nota 1:	
- As redes de distribuição de AGS deverão ser isoladas térmicamente com espuma elastométrica com 10mm de espessura.	

Nota 2:	
- Todos os contadores e acessórios deverão ser de acordo com a entidade gestora.	

Nota 3:	
- As colunas de contadores deverão ocupar uma altura máxima de 1,60 m e ter uma distância de aproximadamente 0,15 m entre cada contador e 0,20 m do chão.	

Designação do projeto	REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR
Especialidade	Instalações Hidráulicas
Sub-especialidade	REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Título do desenho	PLANTAS: PISO -1, PISO 0, PISO 1
Escala	1:100



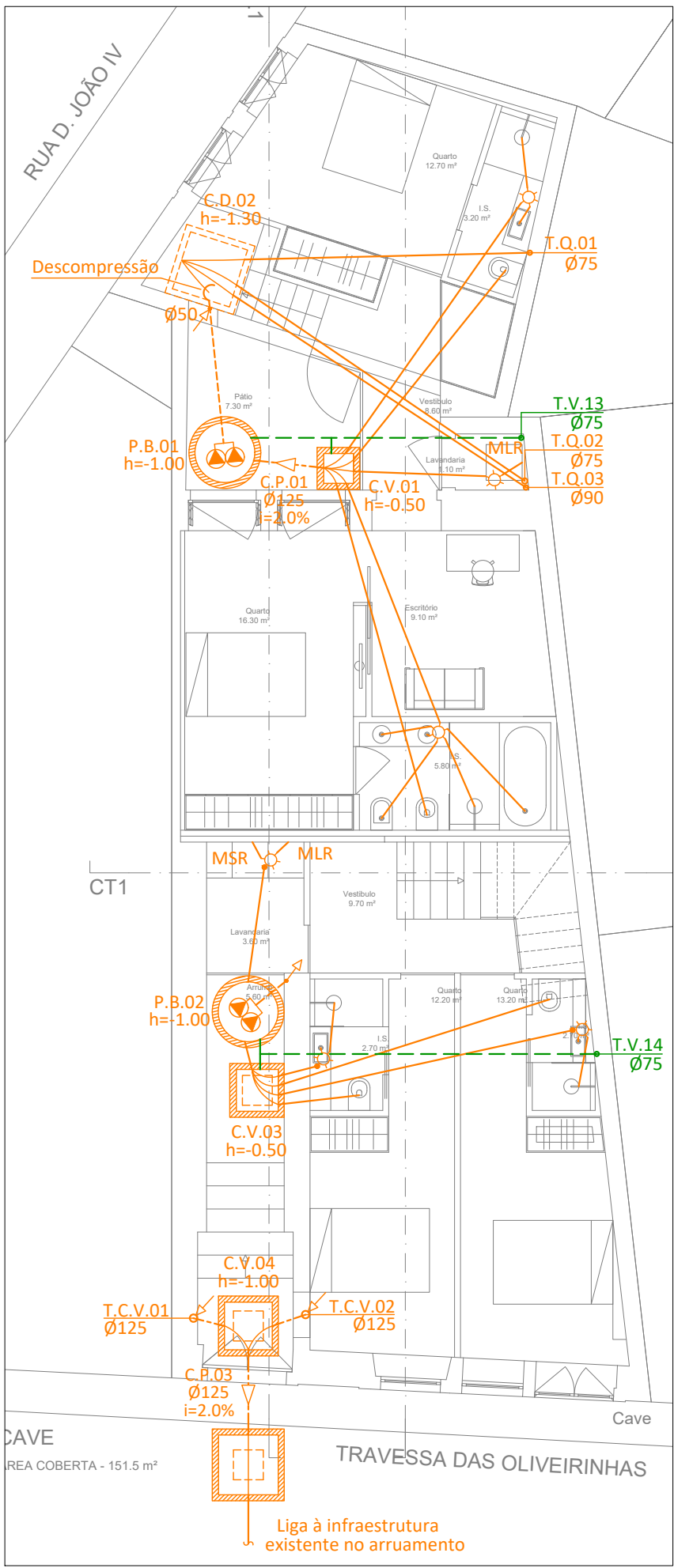
Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																			Tubagem		Polipropileno (PP-R)																							
																					Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06																					
																			Norma da Tubagem: EN ISO 15874																			Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																																								Temperatura (°C)		10,0		
																					Viscosidade (m²/s)		1,31E-06																					
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)																			
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)																															
Aut	Lav								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,81	0,05	0,00	0,00	5,0	5,1																			
Lav	A								1	1			0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,49	0,13	0,00	0,00	5,1	5,2																			
Chuv	A						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,63	0,09	0,00	0,00	5,0	5,1																			
A	B						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,06	0,53	0,25	0,00	5,2	6,0																			
MLR	B			1									0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,82	0,44	0,25	0,00	5,0	5,7																			
B	C			1			1		1	1			0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	3,65	1,31	0,00	0,00	6,0	7,3																			
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,94	0,12	0,00	0,00	5,0	5,1																			
Aut	Bid						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,56	0,25	0,00	0,00	5,1	5,4																			
Bid	Lav						1	1	1				0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,62	0,64	0,00	0,00	5,4	6,0																			
Lav	C						1	1	1	1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	2,05	0,62	0,25	0,00	6,0	6,9																			
C	E			1			2	1	2	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	4,84	0,83	0,00	2,74	7,3	10,8																			
PLL	MLL				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,50	0,12	0,00	0,00	5,0	5,1																			
MLL	D		1		1								0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,38	0,11	0,25	0,00	5,1	5,5																			
CA E	D				1		2	1		3			0,90	0,54	18,57	32	21,2	1,54	24849	0,60	0,10	0,25	0,00	13,0	13,4																			
D	E		1		2		2	1		3			1,25	0,63	20,06	32	21,2	1,79	28980	1,75	0,39	0,00	0,00	13,4	13,7																			
Lav	Aut									1			0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,72	0,05	0,00	0,00	5,0	5,1																			
Aut	E								1	1			0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,88	0,22	0,25	0,00	5,1	5,5																			
E	Cont E		1		2		2	1	1	4			1,45	0,68	20,77	32	21,2	1,92	31066	12,45	3,07	1,35	6,75	13,7	24,9																			
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,75	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1																			
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,36	0,61	0,00	0,00	5,1	5,7																			
Aut	F						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	4,68	1,12	0,25	0,00	5,7	7,1																			
Aut	Lav								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,02	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1																			
Lav	F								1	1			0,20	0,20	11,28	40	26,6	0,36	7310	0,77	0,01	0,25	0,00	5,1	5,3																			
F	G						1		2	2			0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,66	0,25	0,00	0,00	7,1	7,3																			
MLL	PLL		1										0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,52	0,07	0,00	0,00	5,0	5,1																			
PLL	G		1		1								0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,10	0,46	0,25	0,00	5,1	5,8																			
G	I		1		1		1		2	2			0,90	0,54	18,57	32	21,2	1,54	24849	8,84	1,46	0,00	0,00	7,3	8,8																			
MLR	H			1									0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,80	0,23	0,25	0,00	5,0	5,5																			
CA F	H				1		1			2			0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,48	0,17	0,25	0,00	13,0	13,4																			

Cálculo da rede de abastecimento de água interior REDE DE ÁGUA FRIA																		Tubagem		Polipropileno (PP-R)					
																		Água		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06			
Velocidade máx. (m/s)		2,00																							
Temperatura (°C)		10,0																							
Viscosidade (m²/s)		1,31E-06																							
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																									
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)												
H	I			1	1		1			2			0,75	0,50	17,80	32	21,2	1,41	22816	0,32	0,04	0,00	0,00	13,4	13,5
I	Cont F		1	1	2		2		2	4			1,65	0,72	21,40	40	26,6	1,30	26303	12,61	1,42	1,35	6,75	13,5	23,0
Chuv	J						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,47	0,21	0,00	0,00	5,0	5,2
Aut	J								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,45	0,09	0,00	0,00	5,0	5,1
J	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,53	0,21	0,00	0,00	5,2	5,4
Lav	L						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	5,15	1,23	0,25	0,00	5,4	6,9
MLR	PLL			1									0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	2,55	0,59	0,00	0,00	5,0	5,6
PLL	MLL			1	1								0,40	0,37	15,36	25	16,6	1,71	21710	0,53	0,14	0,00	0,00	5,6	5,7
MLL	K		1	1	1								0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,65	0,28	0,25	0,00	5,7	6,3
CA C	K				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,55	0,17	0,25	0,00	10,0	10,4
K	L		1	1	2		1			1			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	0,31	0,06	0,00	0,00	10,4	10,5
L	Cont C		1	1	2		2		1	2			1,35	0,66	20,42	32	21,2	1,86	30044	10,37	3,00	1,35	3,25	10,5	18,1
Chuv	Lav						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,73	0,10	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	Aut						1			1			0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,38	0,55	0,00	0,00	5,1	5,7
Aut	M						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	4,68	1,04	0,25	0,00	5,7	6,9
Aut	Lav								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,06	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	M								1	1			0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,73	0,21	0,25	0,00	5,1	5,5
M	N						1		2	2			0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,66	0,24	0,00	0,00	6,9	7,2
MLL	PLL		1										0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,48	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1
PLL	N		1		1								0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,04	0,57	0,25	0,00	5,1	5,9
N	P		1		1		1		2	2			0,90	0,54	18,57	32	21,2	1,54	24849	8,82	1,54	0,00	0,00	7,2	8,7
MLR	O			1									0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,14	0,28	0,00	0,00	5,0	5,3
CA D	O				1		1			2			0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,48	0,19	0,25	0,00	13,0	13,4
O	P			1	1		1			2			0,75	0,50	17,80	32	21,2	1,41	22816	0,32	0,04	0,00	0,00	13,4	13,5
P	Cont D		1	1	2		2		2	4			1,65	0,72	21,40	40	26,6	1,30	26303	9,65	0,91	1,35	3,25	13,5	19,0
Aut	Chuv								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,36	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1
Chuv	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	2,65	1,00	0,00	0,00	5,1	6,1
Lav	Q						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	4,85	1,13	0,25	0,00	6,1	7,5
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,86	0,12	0,00	0,00	5,0	5,1

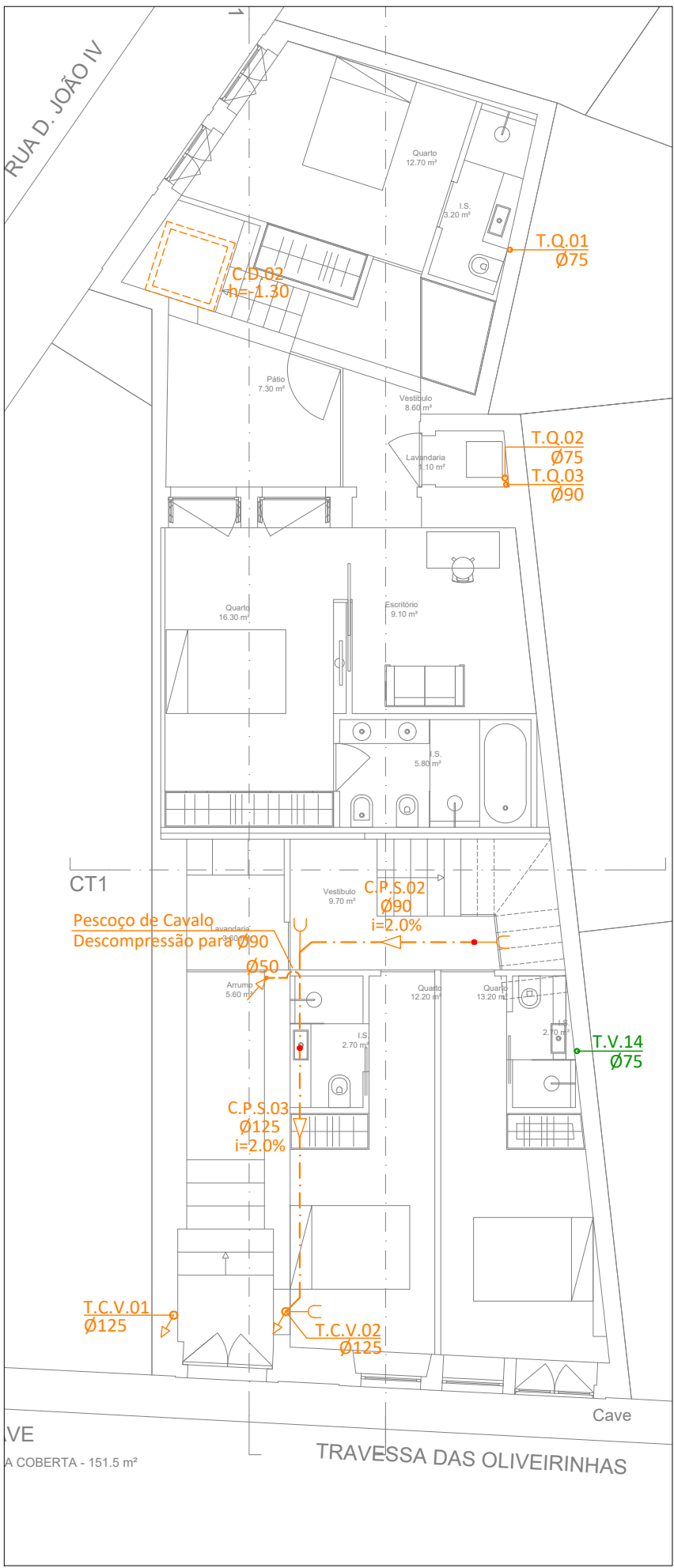


Cálculo da rede de abastecimento de água interior REDE DE ÁGUA FRIA																		Tubagem		Polipropileno (PP-R)					
																		Água		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06			
Velocidade máx. (m/s)		2,00																							
Temperatura (°C)		10,0																							
Viscosidade (m²/s)		1,31E-06																							
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																									
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)												
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,24	0,10	0,00	0,00	5,1	5,2
Lav	Q						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,67	0,64	0,25	0,00	5,2	6,1
Q	S						2		2	2			0,70	0,48	17,51	32	21,2	1,36	22091	6,29	0,80	0,00	-2,66	7,5	5,6
Aut	Lav								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,88	0,14	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	R								1	1			0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	3,42	0,85	0,25	0,00	5,1	6,2
MLR	PLL			1									0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,45	0,11	0,00	0,00	5,0	5,1
PLL	MLL			1	1								0,40	0,37	15,36	25	16,6	1,71	21710	0,66	0,16	0,00	0,00	5,1	5,3
MLL	R		1	1	1								0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,71	0,28	0,25	0,00	5,3	5,8
R	S		1	1	1				1	1			0,75	0,50	17,80	32	21,2	1,41	22816	0,30	0,04	0,00	0,00	6,2	6,3
CA B	S				1		2			3			0,80	0,51	18,07	32	21,2	1,45	23516	2,38	0,36	0,25	0,00	15,0	15,6
S	Cont B		1	1	2		4		3	6			2,25	0,83	23,02	40	26,6	1,50	30413	1,93	0,26	1,35	0,00	15,6	17,2
Ban	Aut					1							0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	2,73	1,03	0,00	0,00	5,0	6,0
Aut	Lav					1			1				0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	1,46	0,34	0,00	0,00	6,0	6,4
Lav	T					1			1	1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	1,90	0,53	0,00	0,00	6,4	6,9
Chuv	T						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,16	0,35	0,00	0,00	5,0	5,4
T	U						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	5,56	1,36	0,25	0,00	6,9	8,5
Tlav	U											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	1,17	0,21	0,25	0,00	5,0	5,5
U	V						1		1	1		1	0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,66	0,08	0,00	0,00	8,5	8,6
CA A	V				0	0	1			0			0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,38	0,36	0,25	0,00	12,0	12,6
V	X				0	0	2		1	1		1	0,80	0,51	18,07	32	21,2	1,45	23516	1,21	0,15	0,00	0,00	12,6	12,8
Aut	Lav								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,41	0,09	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	W								1	1			0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,55	0,13	0,00	0,00	5,1	5,2
Chuv	W						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,42	0,21	0,00	0,00	5,0	5,2
W	X						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	3,71	0,74	0,25	0,00	5,2	6,2
X	Z				0	0	3		2	2		1	1,15	0,61	19,67	32	21,2	1,72	27871	4,03	0,82	0,00	-2,66	12,8	10,9
MLL	PLL		1										0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,48	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1
PLL	Y		1		1								0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	3,04	0,79	0,25	0,00	5,1	6,1
MLR	Y			1									0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,64	0,13	0,25	0,00	5,0	5,4
Y	Z		1	1	1								0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	3,32	1,10	0,00	0,00	6,1	7,2

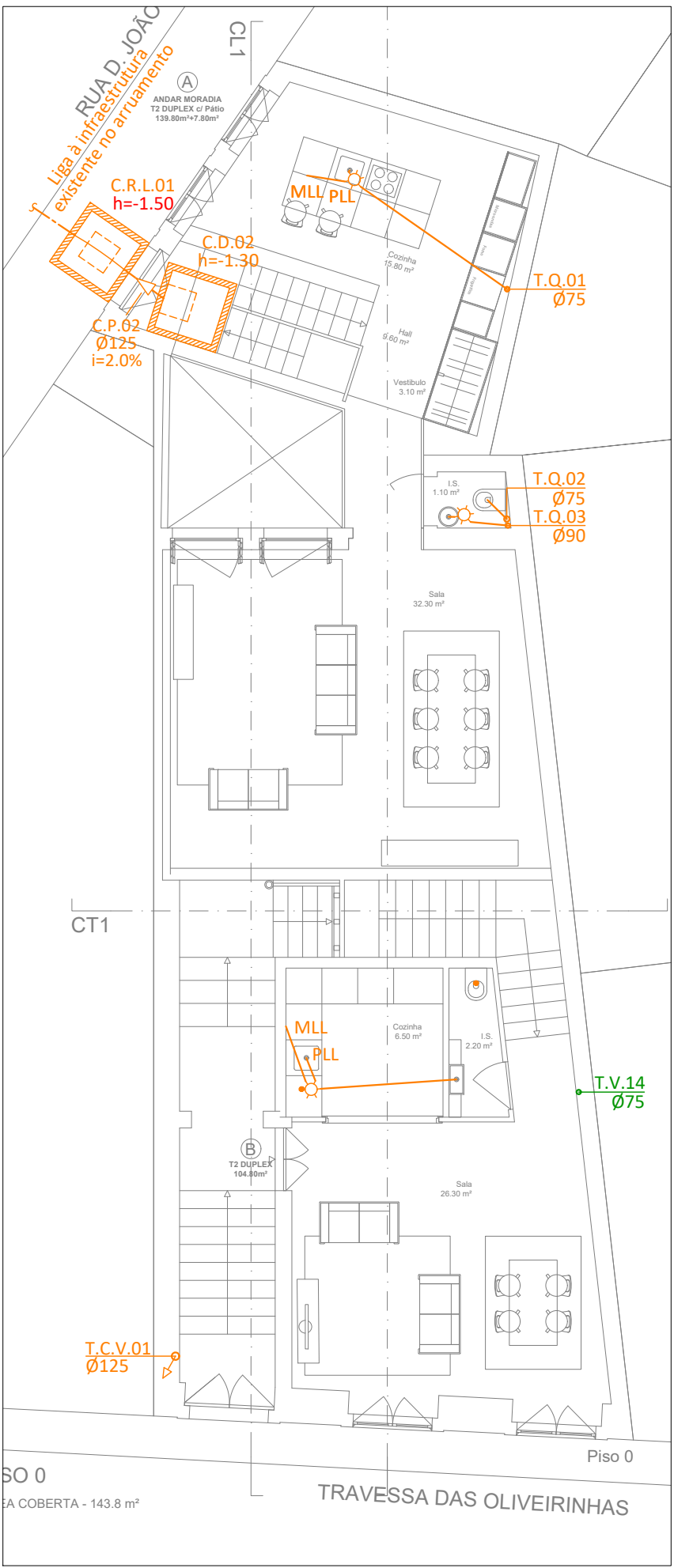
Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																		Tubagem		Polipropileno (PP-R)					
																				Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06			
																		Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00			
																				Temperatura (°C)		10,0			
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																		Viscosidade (m²/s)		1,31E-06					
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)											Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)	
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30													Total (l/s)
Z	AA		1	1	1	0	3		2	2		1	1,70	0,73	21,55	40	26,6	1,31	26673	1,00	0,10	0,00	0,00	10,9	11,0
Aut	Lav								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,00	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1
Lav	AA								1	1			0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	2,57	0,60	0,25	0,00	5,1	5,9
AA	Cont A								3	3		1	0,90	0,54	18,57	32	21,2	1,54	24849	5,16	0,81	1,35	1,62	11,0	14,8



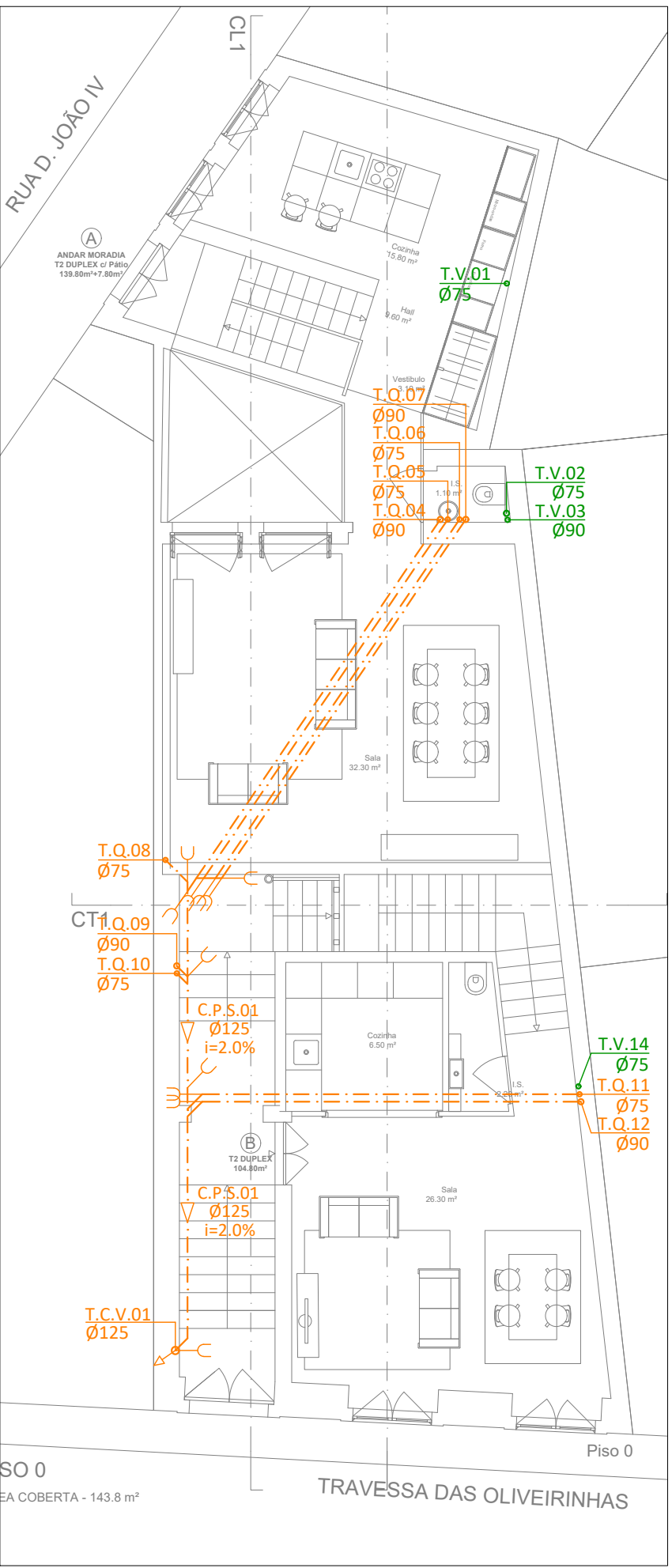
Planta da Cave  
Escala 1:100



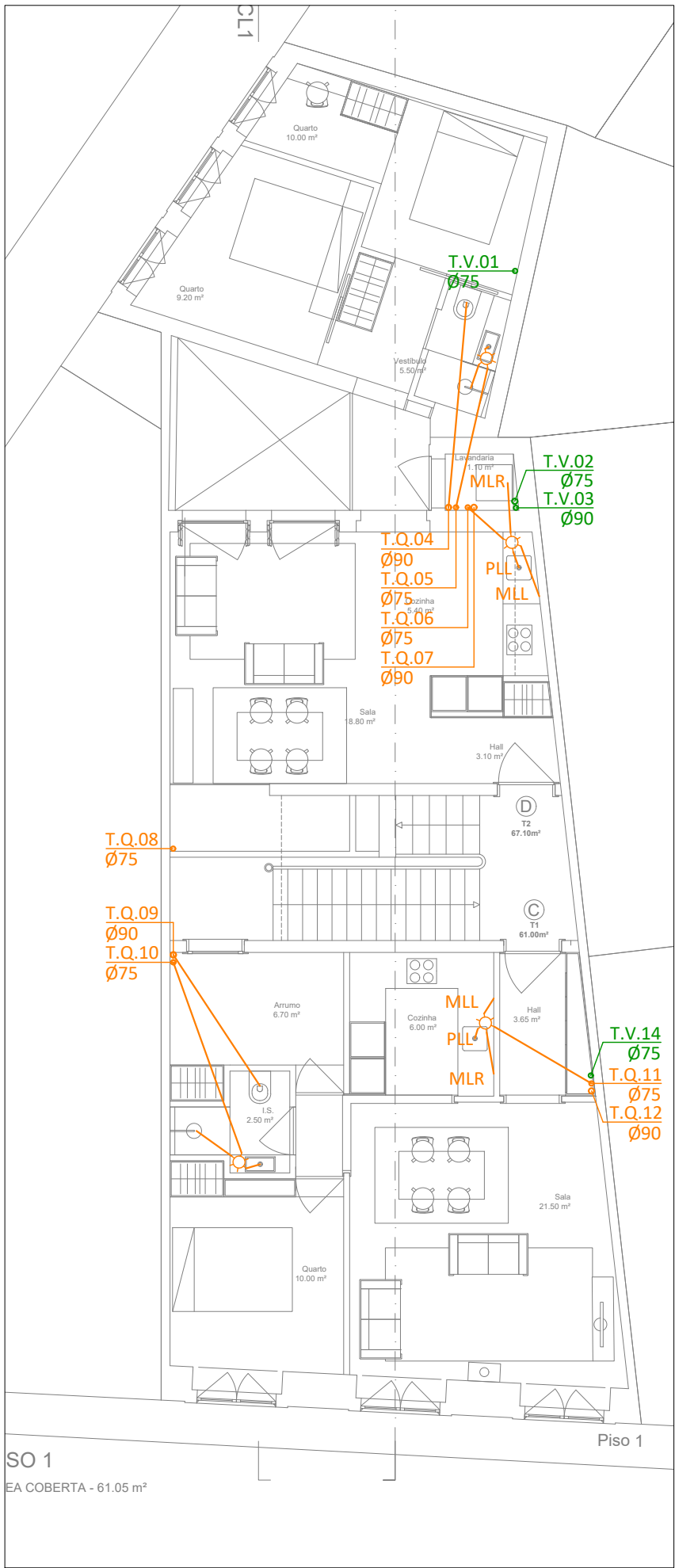
Planta do Teto da cave  
Escala 1:100



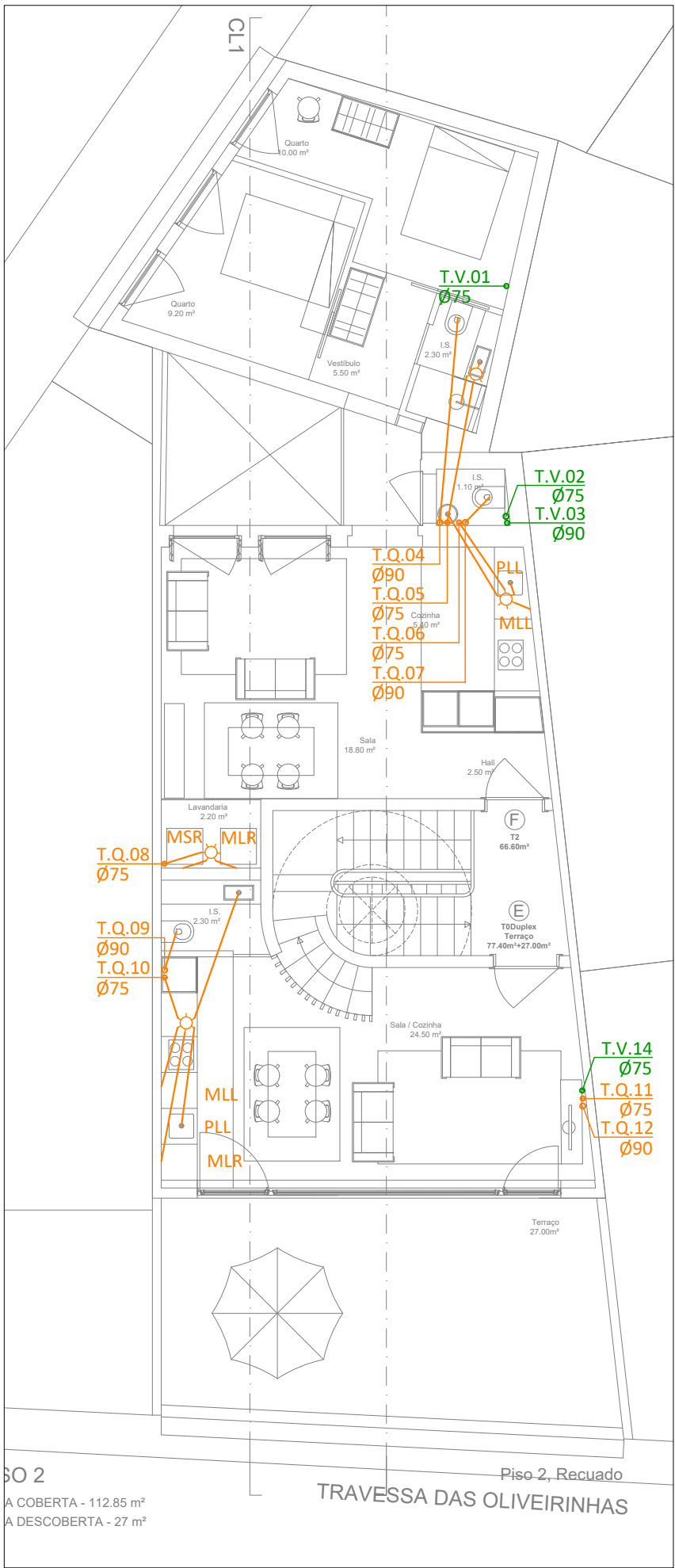
Planta do Piso 0  
Escala 1:100



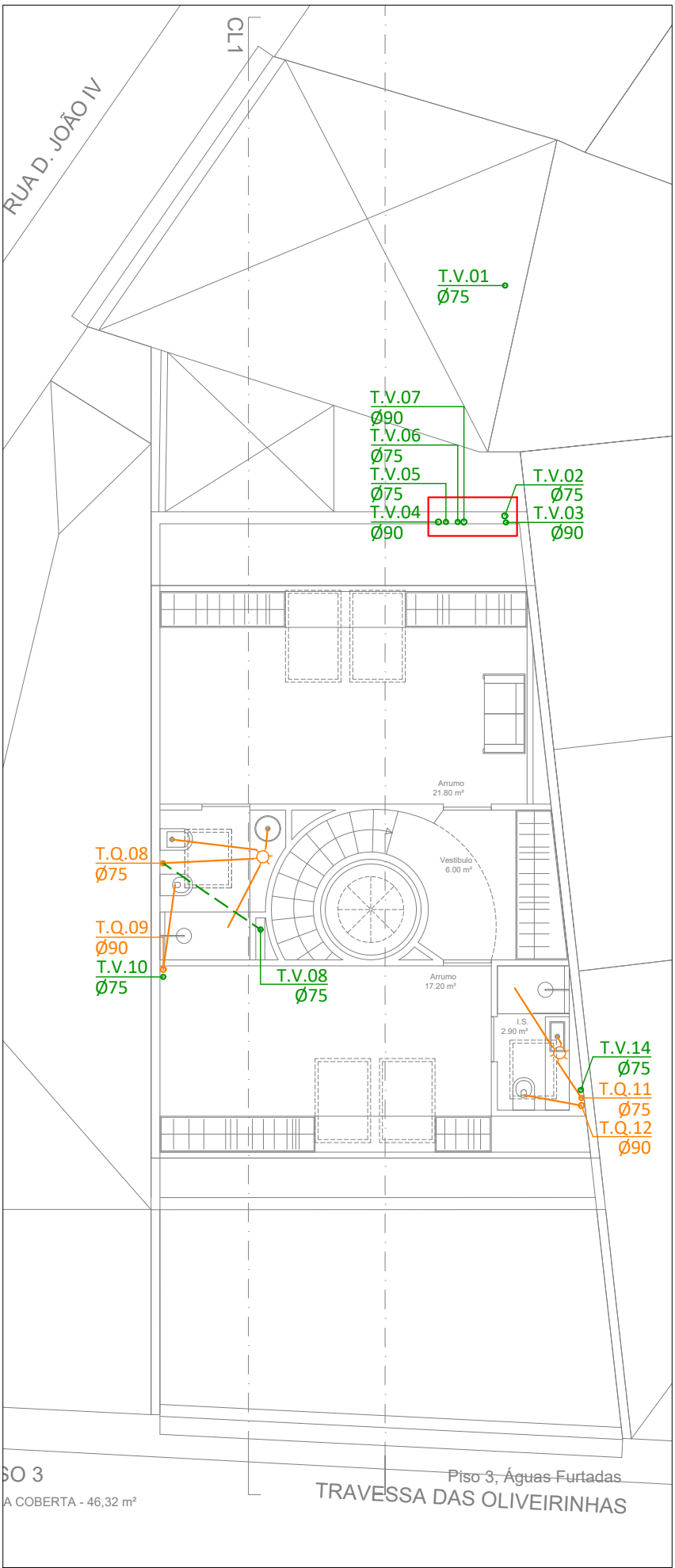
Planta do Teto do Piso 0  
Escala 1:100



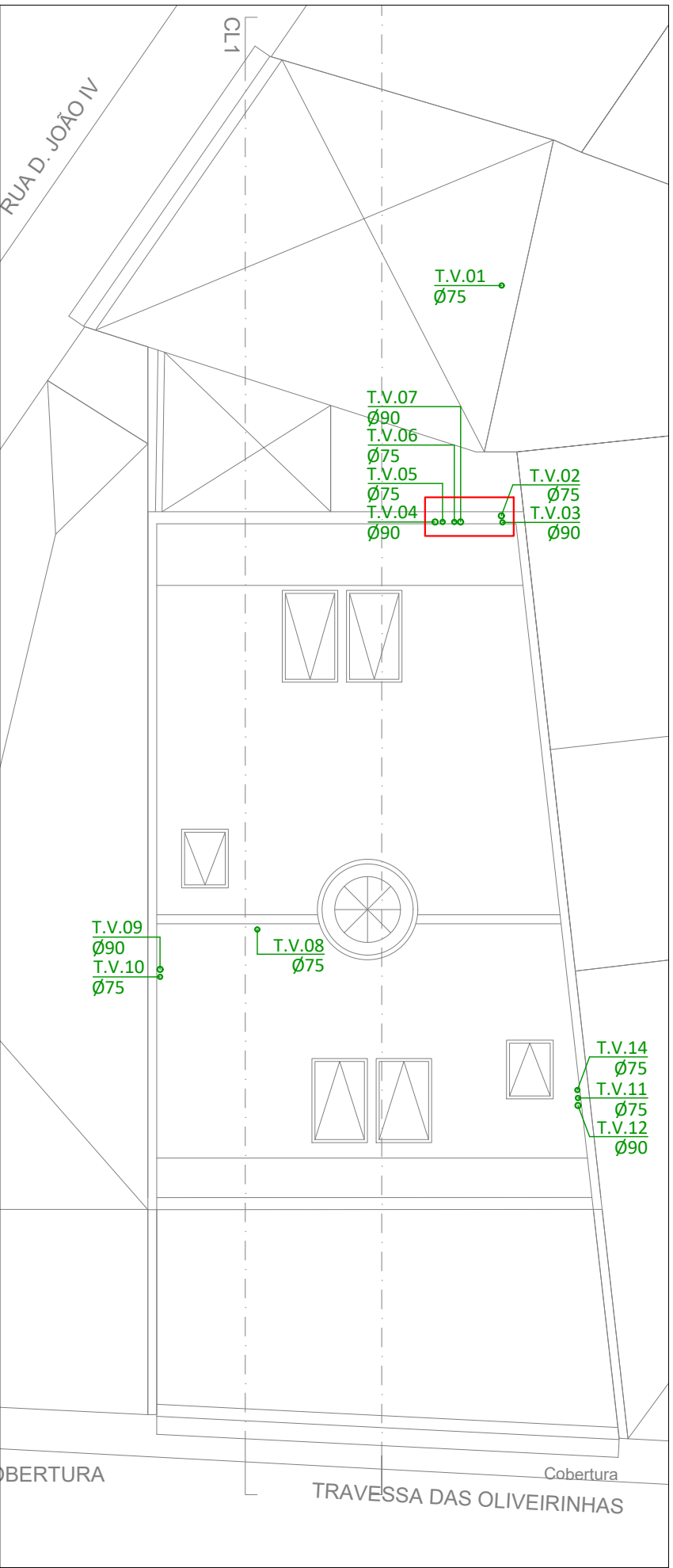
Planta do Piso 1  
Escala 1:100



Planta do Piso 2  
Escala 1:100



Planta do Piso 3  
Escala 1:100



Planta da Cobertura  
Escala 1:100

LEGENDA :	
	- Colector predial
	- Tubagem de águas residuais suspensa
	- Tubagem sob pressão
	- Ramal de descarga
	- Tubagem de ventilação
	- Tubo de ventilação de águas residuais
	- Tubo de queda de águas residuais
	- Caixa de visita
	- Caixa de decompressão
	- Caixa de ramal de ligação
	- Pia lava-loiça
	- Máquina de lavar roupa
	- Máquina de secar roupa
	- Máquina de lavar loiça
	- Poço de Bombagem
	- Altura útil da caixa de visita (m)
	- Inclinação da tubagem (1%<i>i</i><4%)
	- Boca de varejamento
	- Sentido da inclinação da tubagem
	- Caixa de pavimento com boca de limpeza
	- Caixa de pavimento

MATERIAL DA TUBAGEM	
- Ramais de descarga e tubos de queda:	
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	
- Colectores prediais:	
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	

CAUDAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	CAUDAL (l/min)	Ø	i %(min.)
bacia de retrete	90	Ø90	1%
lavatório	30	Ø40	4%
bidé	30	Ø50	1%
prato de duche			
lava-loiça			
máquina lavar	60	Ø50	4%

RAMAIS DE DESCARGA				
APARELHOS	Ø	Ø RAMAL		
bacia de retrete	Ø90	Ø90	B.L.	Ø90 C.V. T.Q.
lavatório	Ø40/Ø50	C.P.	Ø75	B.L. Ø90 C.V. T.Q.
bidé	Ø40/Ø50	C.P.	Ø75	T.Q.
prato de duche	Ø50	C.P.	Ø75	B.L. Ø90 C.V. T.Q.
lava-loiça	Ø50	C.P.	Ø75	T.Q.
máquina de lavar	Ø50	C.P.	Ø75	B.L. Ø90 C.V. T.Q.

APARELHOS	TIPO DE SIFÕES	CAIBRES MÍNIMOS DOS SIFÕES EM mm
bacia de retrete	sifónico	90
lavatório	sifão de garrafa	32
bidé	sifão de garrafa (metálico)	38
lava-loiça	sifão de gorduras	38
prato de duche	c/ cachimbo na CP	38

SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE VISITA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x h	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50

NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.
----------	--

Designação do projeto	REMODELACÃO DE EDIFÍCIO PARA HABITAÇÃO
Especialidade	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade	REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS
Título do desenho	PLANTAS
Escala	1:100

## Dimensionamento dos tubos de queda com ventilação secundária

Tubo	Caudais de descarga (l/min)												Q <sub>CÁLCULO</sub> (l/min)	Diâmetros necessários					Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	Ø <sub>NOM.</sub> ADOTADO (mm)
	Ret 90	Ban 60	Bid 30	Chu 30	Lav 30	MLL 60	MLR 60	Uri 60	PLL 30	TLR 60	Pdes 30	Total		Ø=50	50<Ø<75	75<Ø<100	100<Ø<125	Ø>125			
														1 / 3	1 / 4	1 / 5	1 / 6	1 / 7			
T.Q.01						1	1		1			150	107,4	50,73	60,72	69,81	78,24	86,15	75,0	71,4	75
T.Q.02	1											90	81,7	45,79	54,81	63,01	70,61	77,75	75,0	71,4	90
T.Q.03					1							30	30,0	31,45	37,64	43,28	48,50	53,40	75,0	71,4	75
T.Q.04	2											180	118,4	52,62	62,99	72,41	81,15	89,36	75,0	71,4	90
T.Q.05				2	2							120	95,3	48,51	58,06	66,75	74,81	82,38	75,0	71,4	75
T.Q.06					2	2			2			240	138,1	55,75	66,73	76,72	85,98	94,67	75,0	71,4	75
T.Q.07	2											180	118,4	52,62	62,99	72,41	81,15	89,36	75,0	71,4	90
T.Q.08			1	1	1		2					210	128,6	54,27	64,96	74,69	83,70	92,17	75,0	71,4	75
T.Q.09	3											270	147,1	57,08	68,33	78,55	88,03	96,94	75,0	71,4	90
T.Q.10				1	2	1	1		1			240	138,1	55,75	66,73	76,72	85,98	94,67	75,0	71,4	75
T.Q.11				1	1	1	1		1			210	128,6	54,27	64,96	74,69	83,70	92,17	75,0	71,4	75
T.Q.12	1											90	81,7	45,79	54,81	63,01	70,61	77,75	75,0	71,4	90

## Dimensionamento de coletores prediais enterrados

i - Inclinação do coletor

R - Raio hidráulico

Y - Altura da lâmina líquida

D - Diâmetro da secção

D/2 - Altura máxima da lâmina líquida

Ks - Coeficiente de rugosidade

Material **PVC 0.6M**

Ks ( $m^{1/3} \cdot s^{-1}$ ) **120,0**

Norma regulamentar aplicável  
Dec. Reg.  
23/95 de 23  
de Agosto

Coletor	Caudais de descarga (l/min)												Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Caudal da Secção Cheia (l/min)	Y/D	Secção de escoamento (cm²)	R (m)	t (N/m²)
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MLL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes	Total												
	90	60	30	30	30	60	60	60	30	60	30													
C.P.01	2	1		2	2							360	171,6	125	117,6	0,26	4,00	0,029	745,0	1489,9	0,23	18,58	0,016	6,991
C.P.02	3			2	3	1	1		1			570	219,4	125	117,6	0,34	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,31	28,40	0,021	4,517
C.P.03	2			2	2							300	155,6	125	117,6	0,24	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,26	22,18	0,018	3,895
T.C.V.01	8		1	5	8	4	4		4			1740	398,7	125	117,6	0,61	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,43	44,19	0,026	5,808
T.C.V.02	3			2	3	1	1		1			570	219,4	125	117,6	0,34	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,31	28,40	0,021	4,517
C.P.04	11		1	7	11	5	5		5			2310	464,0	125	117,6	0,71	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,47	49,59	0,028	6,175



## Dimensionamento de coletores prediais suspensos

i - Inclinação do coletor

R - Raio hidráulico

Y - Altura da lâmina líquida

D - Diâmetro da secção

D/2 - Altura máxima da lâmina líquida

Ks - Coeficiente de rugosidade

Material	PVC 0.6M
ks (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0
Norma regulamentar aplicável	Dec. Reg. 23/95 de 23 de Agosto

Coletor	Caudais de descarga (l/min)											Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Y/D	secção de escoamento (cm²)	R (m)	t (N/m²)	
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MLL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes												Total
	90	60	30	30	30	60	60	60	30	60	30												
C.P.S.01	8		1	5	8	4	4		4			1740	398,7	125	117,6	0,61	2,00	0,029	526,8	0,43	44,19	0,026	5,808
C.P.S.02	1											90	81,7	125	117,6	0,13	2,00	0,029	526,8	0,19	14,07	0,013	2,941
C.P.S.03	3			2	3	1	1		1			570	219,4	125	117,6	0,34	2,00	0,029	526,8	0,31	28,40	0,021	4,517

## Cálculo do poço de bombagem para elevação das águas residuais

### 1. Determinação da altura manométrica de compressão

Caudal bombado (l/s)	2,59
Diâmetro da tubagem de compressão (mm)	50
Velocidade de circulação (m/s)	1,32
Comprimento da tubagem de compressão (m)	3,30
Perda de carga de percurso na tubagem de compressão (m/m)	0,0369
Perda de carga na tubagem de compressão (m.c.a.)	0,15
Somatório das perdas de carga localizadas (m.c.a.)	0,80
Desnível geométrico entre a secção de saída da bomba e a secção de saída da tubagem de compressão (m)	1,04
Altura manométrica de compressão (m.c.a.)	1,99

### 2. Determinação da potência das bombas

Caudal bombado (l/s)	2,59
Altura manométrica (m.c.a.)	2,38
Rendimento da bomba (%)	70
Potência da bomba (Kw)	0,09

### 3. Determinação do volume útil da câmara de bombagem

Caudal cálculo (l/s)	2,59
N (arranques/h)	6
Volume útil de cálculo (m <sup>3</sup> )	0,39
Altura útil do poço (m)	0,80
Diâmetro do poço (m)	0,80
Volume do poço (m <sup>3</sup> )	0,40

## Cálculo do poço de bombagem para elevação das águas residuais

### 1. Determinação da altura manométrica de compressão

Caudal bombado (l/s)	2,86
Diâmetro da tubagem de compressão (mm)	50
Velocidade de circulação (m/s)	1,46
Comprimento da tubagem de compressão (m)	3,23
Perda de carga de percurso na tubagem de compressão (m/m)	0,0438
Perda de carga na tubagem de compressão (m.c.a.)	0,17
Somatório das perdas de carga localizadas (m.c.a.)	0,80
Desnível geométrico entre a secção de saída da bomba e a secção de saída da tubagem de compressão (m)	2,40
Altura manométrica de compressão (m.c.a.)	3,37

### 2. Determinação da potência das bombas

Caudal bombado (l/s)	2,86
Altura manométrica (m.c.a.)	4,04
Rendimento da bomba (%)	70
Potência da bomba (Kw)	0,16

### 3. Determinação do volume útil da câmara de bombagem

Caudal cálculo (l/s)	2,86
N (arranques/h)	6
Volume útil de cálculo (m <sup>3</sup> )	0,43
Altura útil do poço (m)	0,85
Diâmetro do poço (m)	0,80
Volume do poço (m <sup>3</sup> )	0,43

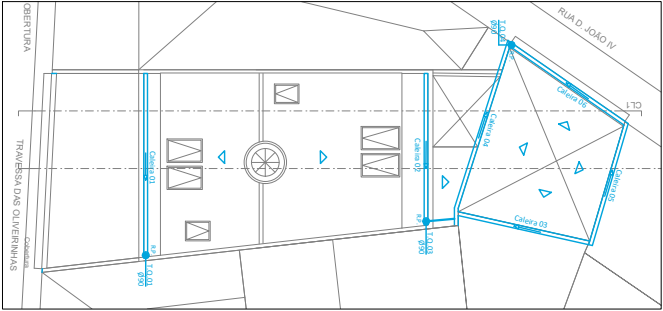


LEGENDA	
	- Trajetória de águas pluviais externas
	- Trajetória de águas pluviais internas
	- Goteiros
	- Cais de arrefecimento
	- Cais de arrefecimento
	- Ponto de bota fogo
	- Recuperação de águas pluviais
	- Teto de queda de águas pluviais
	- Senso de inundação
	- Senso de inundação
	- Selo de Cimentação

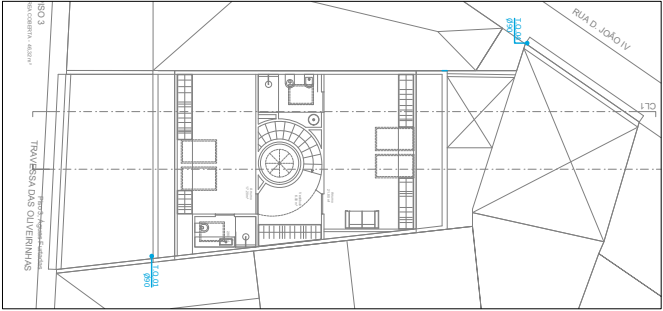
MATERIAL DA TUBAGEM	
- Tubo de águas pluviais	
- Tubo P.V.C. (PVC-U 110x125) com junta autolubrificante e anilha de estanqueidade	
- Tubo P.V.C. (PVC-U 110x125) com junta autolubrificante e anilha de estanqueidade	
- Tubo de queda "Zeco"	
- Caisos: 20mm	
- Teto com P.V.C. cortado perfurado emoldado em metal perfurado	

SEÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE ÁGUA	
DIMENSÕES (mm em)	PROFUNDIDADE (m)
0,80 x 1,0	até 1,00
1,00 x 1,00	de 1,00 até 2,50
1,25 x 1,25	superior a 2,50

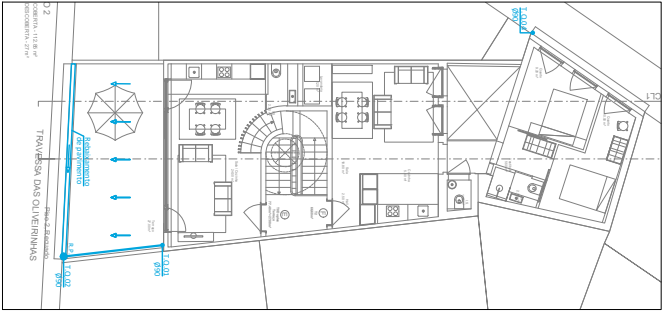
NOTA 01:	
-	As cores das caixas devem ser conformadas em 60%.



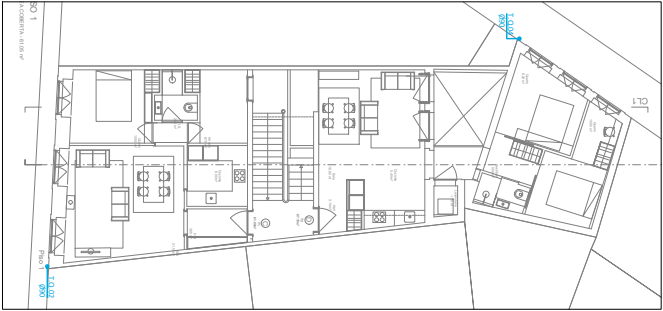
Planta do Piso 0  
Escala 1:100



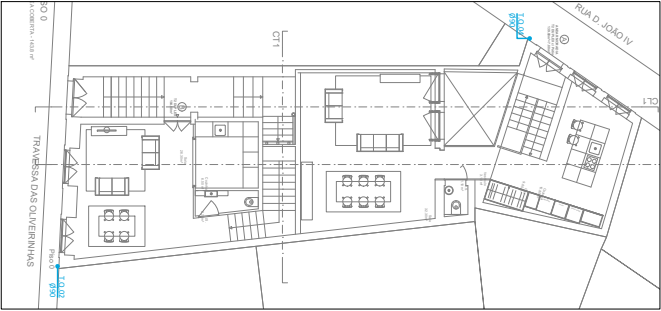
Planta do Piso 1  
Escala 1:100



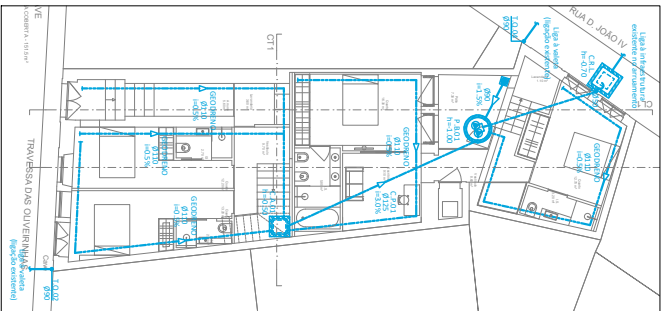
Planta do Piso 2  
Escala 1:100



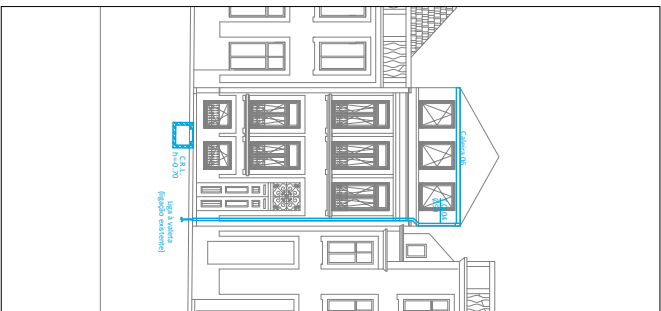
Planta do Piso 3  
Escala 1:100



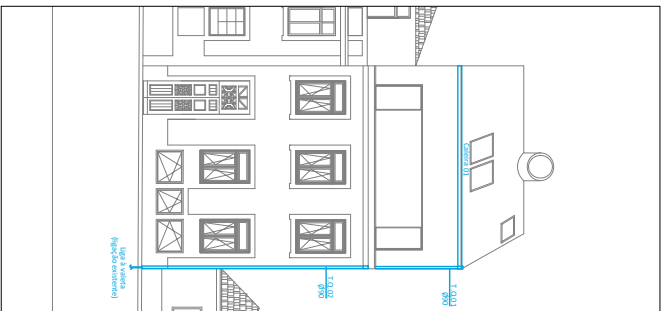
Planta do Piso 4  
Escala 1:100



Planta do Piso 5  
Escala 1:100



Planta do Piso 6  
Escala 1:100



Planta do Piso 7  
Escala 1:100

LEGENDA	
	- Trajetória de águas pluviais externas
	- Trajetória de águas pluviais internas
	- Goteiros
	- Cais de arrefecimento
	- Cais de arrefecimento
	- Ponto de bota fogo
	- Recuperação de águas pluviais
	- Teto de queda de águas pluviais
	- Senso de inundação
	- Senso de inundação
	- Selo de Cimentação

## Dimensionamento de caleiras circulares

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

Velocidade de escoamento (segundo Manning - Strickler)  $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

Área<sub>Reduzida</sub> = Área<sub>Bacia</sub> \* Coeficiente<sub>Escoamento</sub>

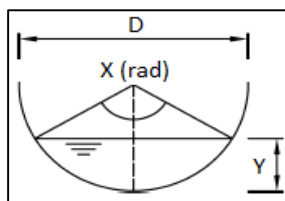
Y/D é determinado segundo a formula de Malafaya - Proença

R - Raio hidráulico

Y - Altura da lâmina líquida

Qo - Caudal para a secção cheia

Área máxima de escoamento = 0,7 \* Área de secção transversal



Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,15
Material	ZINCO
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
Coeficiente de Rugosidade - k <sub>s</sub> (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	90,0
Inclinação (%)	0,50

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Diâmetro Nominal (mm)	Qo (l/min)	Caudal Unitário - q	Y/D	Y (mm)	Secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada							
caleira 1	34,0			59,5	150	756,0	0,079	0,189	28,3	23,1
caleira 2	44,1			77,1	150	756,0	0,102	0,214	32,1	27,7
caleira 3	8,3			14,5	150	756,0	0,019	0,096	14,4	8,7
caleira 4	68,4			119,7	150	756,0	0,158	0,267	40,1	37,9
caleira 5	5,8			10,1	150	756,0	0,013	0,081	12,2	6,8
caleira 6	19,9			34,8	150	756,0	0,046	0,146	21,8	15,9

## Dimensionamento de tubos de queda

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

$\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Escoamento}}$

Y - Altura da lâmina líquida da caleira

H - Altura da secção transversal da caleira

$$D = \frac{Q - 0,02638 \cdot \beta \cdot Y^{5/2}}{0,02638 \cdot \alpha \cdot Y^{3/2}}$$

Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,15
Material	ZINCO
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
$\beta$	0,350
$\alpha$	0,453

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Y (mm)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada		ønom. (mm)	øint. (mm)		
T.Q.01	34,0			59,5	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.02	63,8			111,6	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.03	44,1			77,1	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.04	19,9			34,8	90	86,4	63,0	807,2

## Dimensionamento de coletores

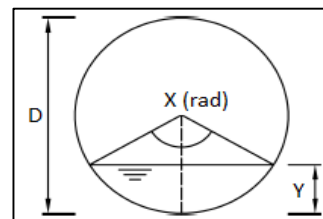
Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

Velocidade de escoamento (segundo Manning-Strickler)  $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

Área<sub>Reduzida</sub> = Área<sub>Bacia</sub> \* Coeficiente<sub>Escoamento</sub>

R - Raio hidráulico

Altura da lâmina líquida do coletor - Y = D



Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,15
Material	PVC 0,6M
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
Coeficiente de Rugosidade - k <sub>s</sub> (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )				Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Inclinação (%)	R <sub>Y=D</sub> (m)	Velocidade Efetiva (m/s)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada	Total		ønom. (mm)	øint. (mm)				
C.P.01			68,4	10,3	18,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.02		7,0	76,2	17,4	30,4	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9

## Cálculo do poço de bombagem para elevação das águas pluviais

### 1. Determinação da altura manométrica de compressão

Caudal bombado (l/s)	0,51
Diâmetro da tubagem de compressão (mm)	50
Velocidade de circulação (m/s)	0,26
Comprimento da tubagem de compressão (m)	5,90
Perda de carga de percurso na tubagem de compressão (m/m)	0,0021
Perda de carga na tubagem de compressão (m.c.a.)	0,01
Somatório das perdas de carga localizadas (m.c.a.)	0,07
Desnível geométrico entre a secção de saída da bomba e a secção de saída da tubagem de compressão (m)	1,04
Altura manométrica de compressão (m.c.a.)	1,13

### 2. Determinação da potência das bombas

Caudal bombado (l/s)	0,507485417
Altura manométrica (m.c.a.)	1,35
Rendimento da bomba (%)	70
Potência da bomba (Kw)	0,01

### 3. Determinação do volume útil da câmara de bombagem

Caudal cálculo (l/s)	0,51
N (arranques/h)	1
Volume útil de cálculo (m <sup>3</sup> )	0,46
Altura útil do poço (m)	0,95
Diâmetro do poço (m)	0,80
Volume do poço (m <sup>3</sup> )	0,48

## **ANEXO III**

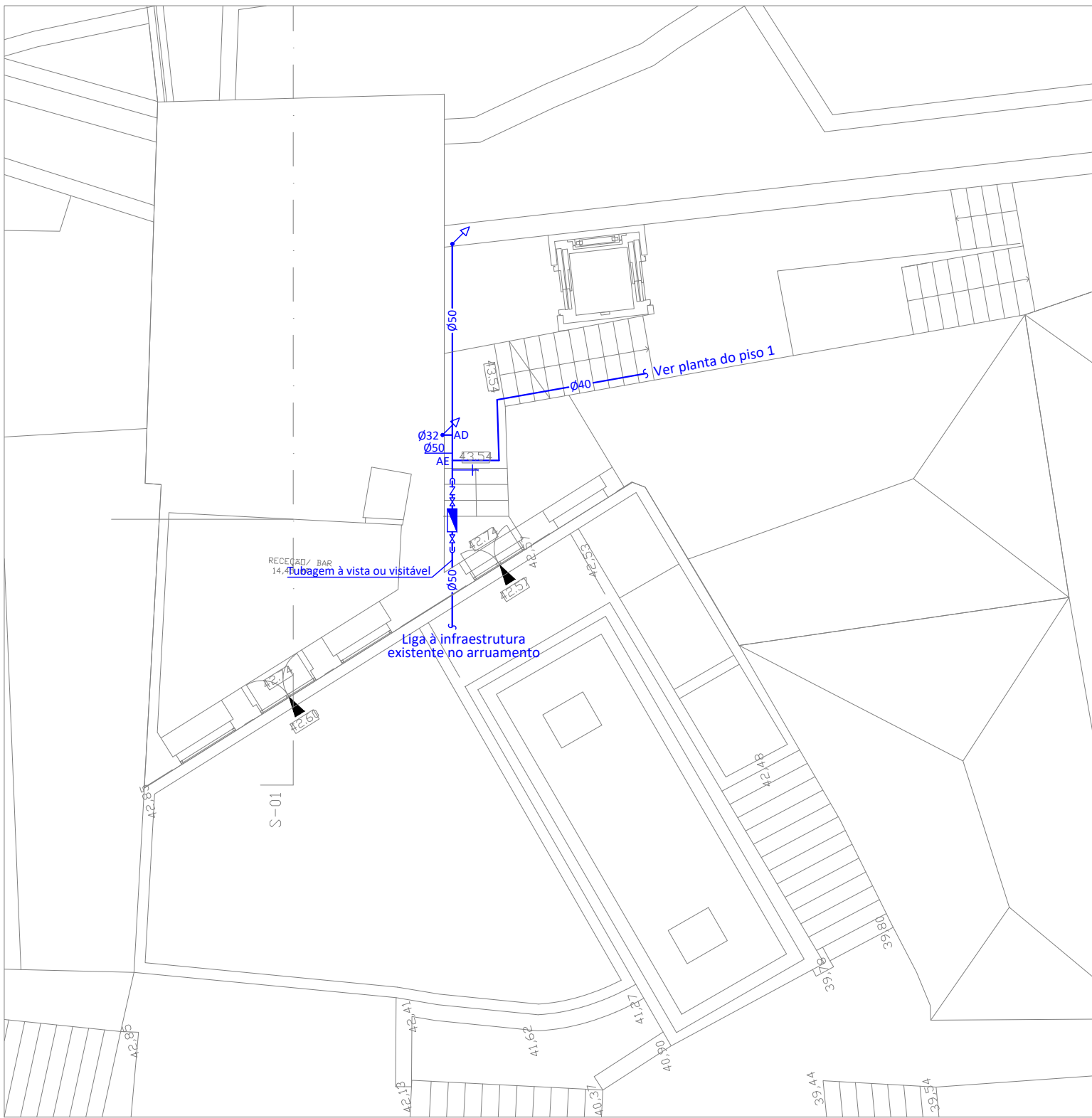
Projeto H:

Rede de Abastecimento de Água

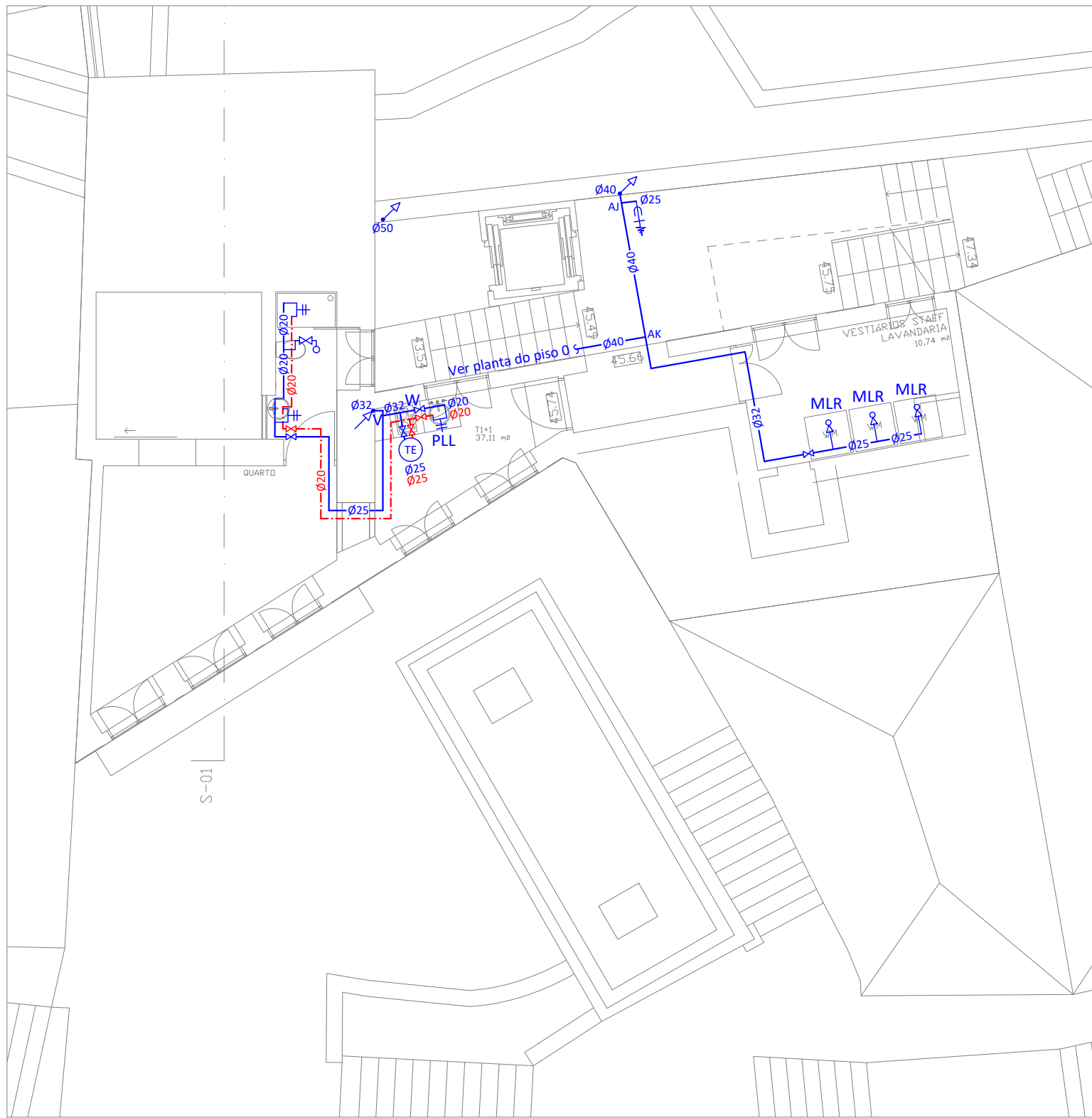
Rede de Drenagem de Águas Residuais

Rede de Drenagem de Águas Pluviais





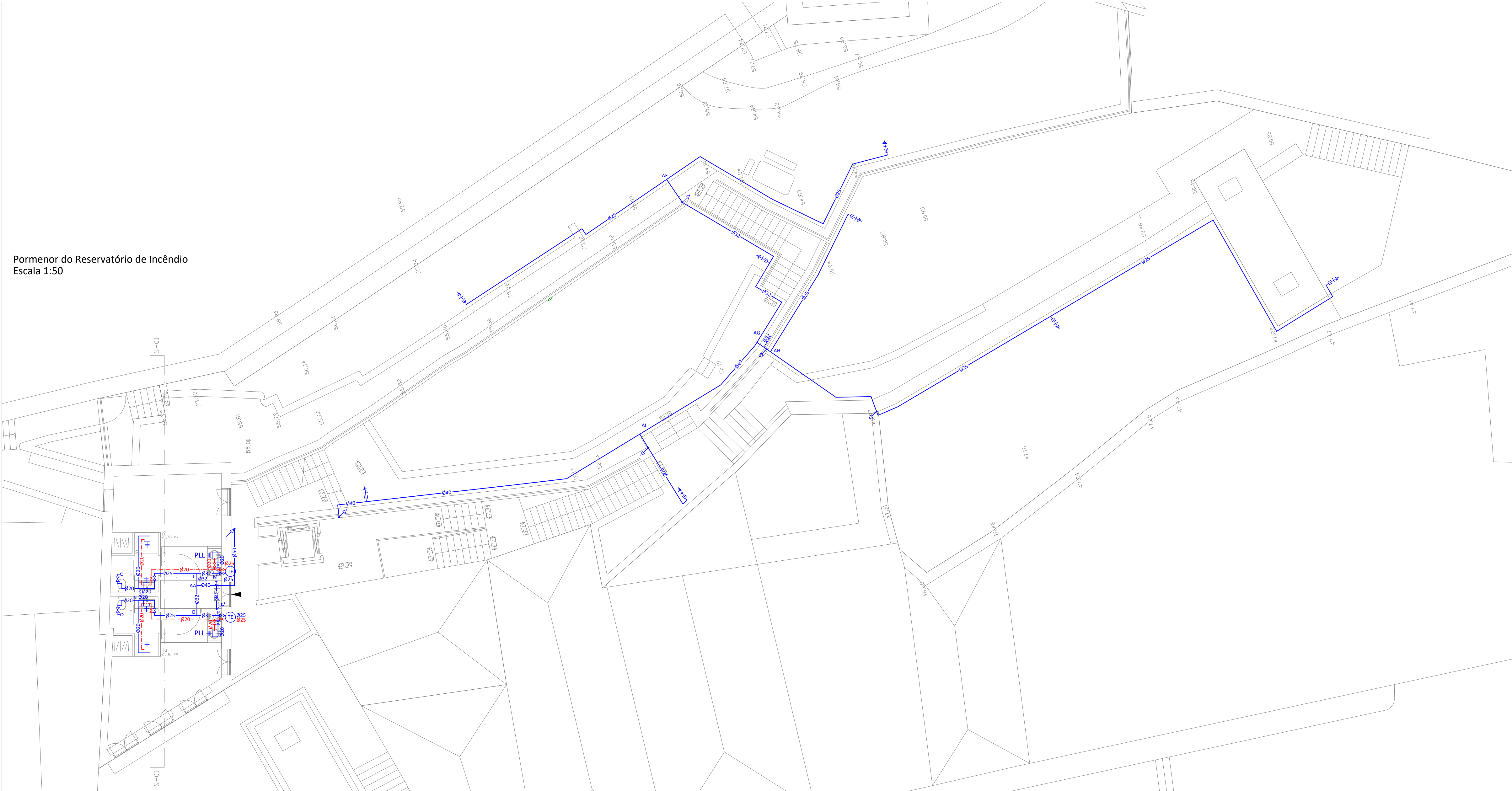
Planta do Piso 0  
Escala 1:100



Planta do Piso 1  
Escala 1:100



Planta do Piso 2  
Escala 1:100



Pormenor do Reservatório de Incêndio  
Escala 1:50

Planta do Piso 3  
Escala 1:100

LEGENDA :

- Tubagem de abastecimento de água fria no interior do edifício
- Tubagem de abastecimento de água fria nos espaços exteriores
- Torneira de água fria
- Torneira misturadora
- Torneira de lavagem
- Torneira de esquadria
- Válvula de bóia
- Válvula de seccionamento com boca de chave
- Válvula de seccionamento
- Válvula antirretorno
- Queda de tubagem da esquerda para a direita
- Contador
- Máquina de lavar roupa
- Pia lava louça
- Máquina de lavar louça
- Termoacumulador
- Início de coluna ascendente
- Continuação de coluna ascendente
- Fim de coluna ascendente
- Início de coluna descendente
- Continuação de coluna descendente
- Fim de coluna descendente

MATERIAL DA TUBAGEM

- Redes interiores de águas fria e quente: tubo de polipropileno
- Redes exteriores: tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)
- Ligação contador/ramal público: tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)

QUADRO DE DIÂMETROS DAS DERIVAÇÕES AOS APARELHOS			
APARELHOS	Ø	APARELHOS	Ø
bacia de retrete	16	máquina de lavar roupa	25
lava-louça	25	prato de duche	20
lavatório	16	torneira de lavagem	25
tanque	20	máquina de lavar louça	20

EQUIPAMENTOS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

- Termoacumulador elétrico da marca Vulcano, modelo NaturaAqua 100L, com capacidade de 100 litros, para todos os apartamentos.

Nota 1:

- As redes de distribuição de AQS deverão ser isoladas térmicamente com espuma elastomérica com 10mm de espessura.

Nota 2:

- Todos os contadores e acessórios deverão ser de acordo com a entidade gestora.

Nota 3:

- As células do reservatório deverão ficar interligadas. As células serão dotadas de entrada e saída de ar, com rede de malha fina tipo mosquiteiro e de material não corrosivo. Cada célula terá uma abertura de acesso lateral, com 1,00x0,50m.

Designação do projeto  
**REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS TURÍSTICOS**

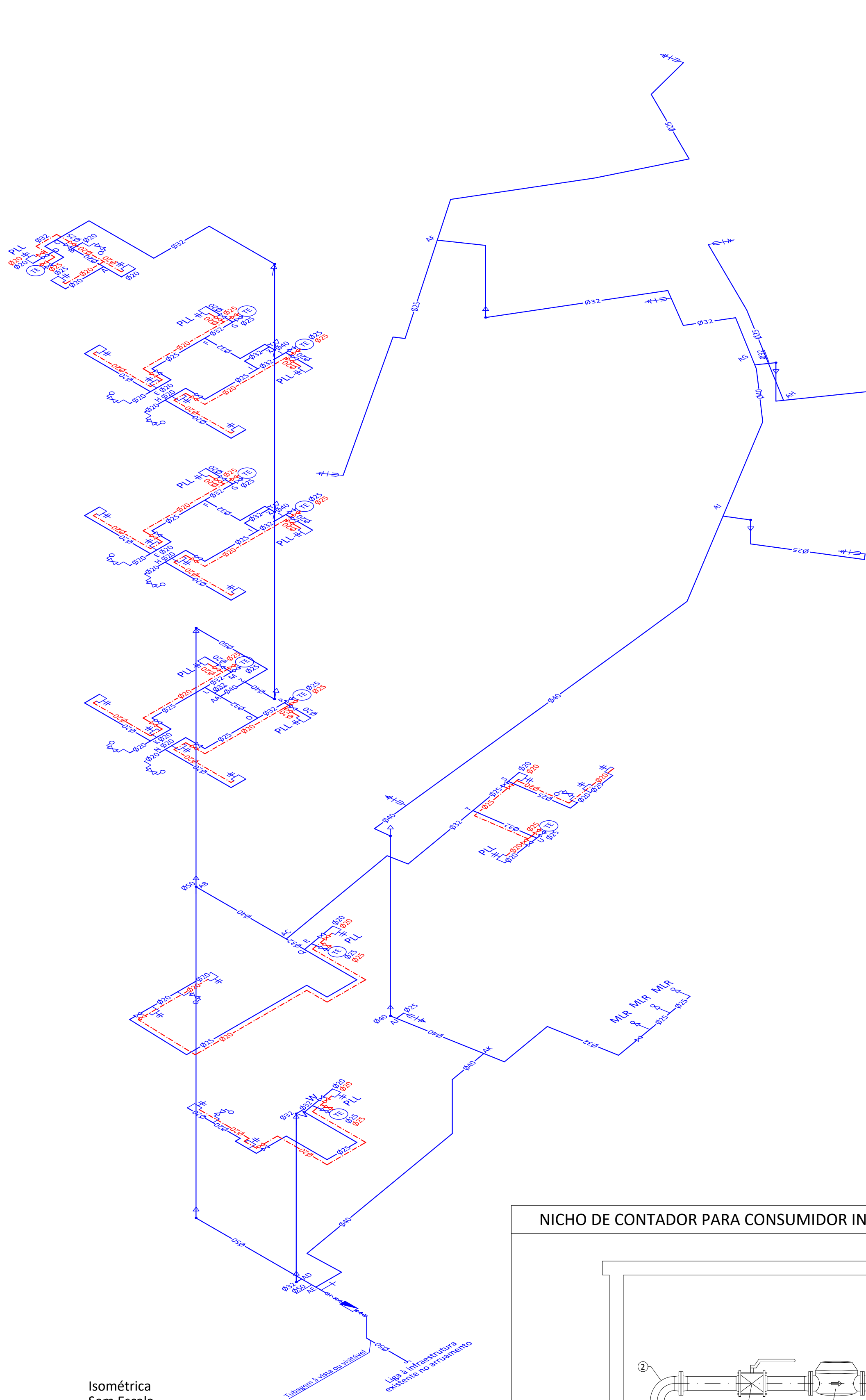
Especialidade  
**INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

Sub-especialidade  
**REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

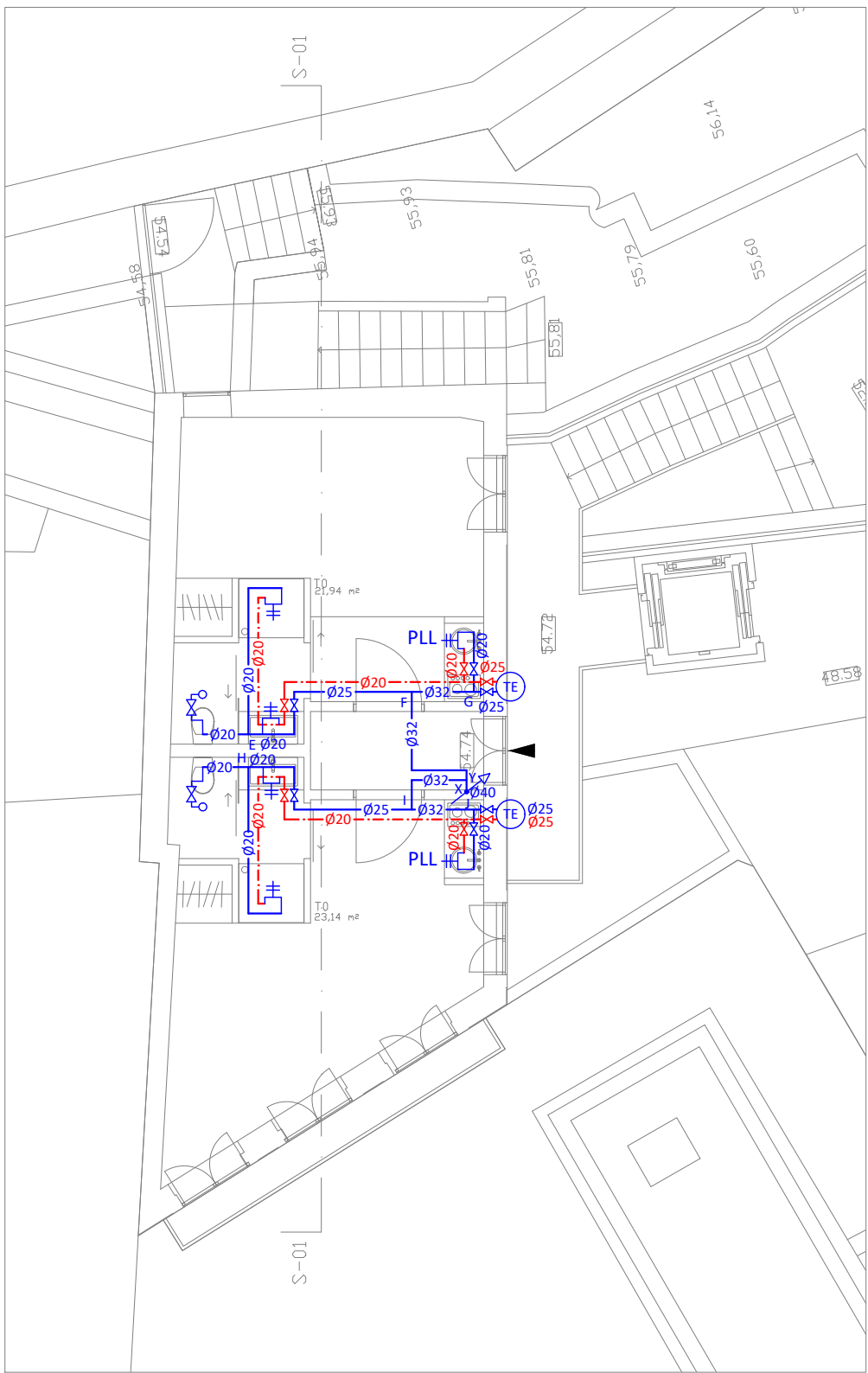
Título do desenho  
**PLANTAS: PISO 0, PISO 1, PISO 2, PISO 3**

Escala  
**1:100**

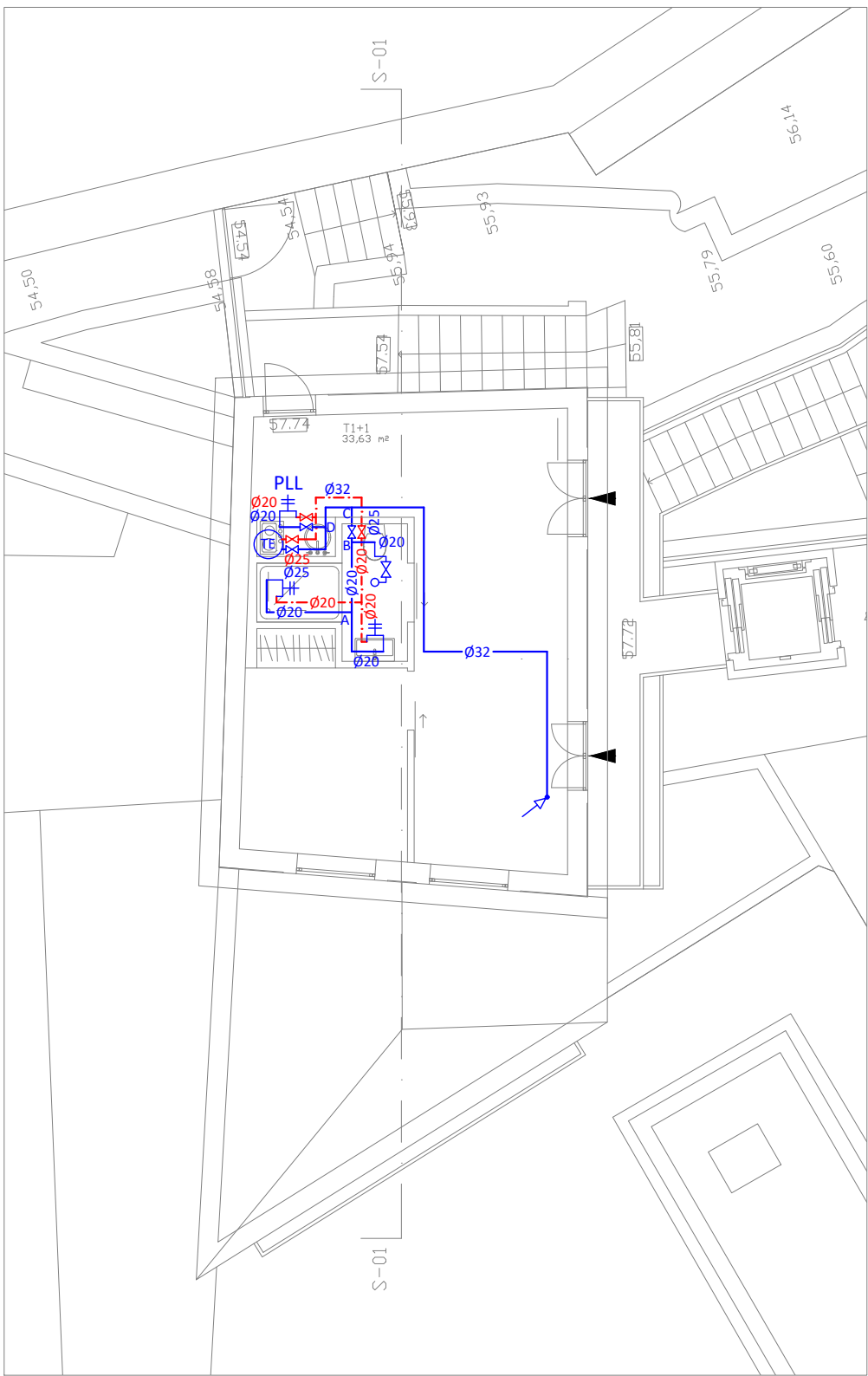




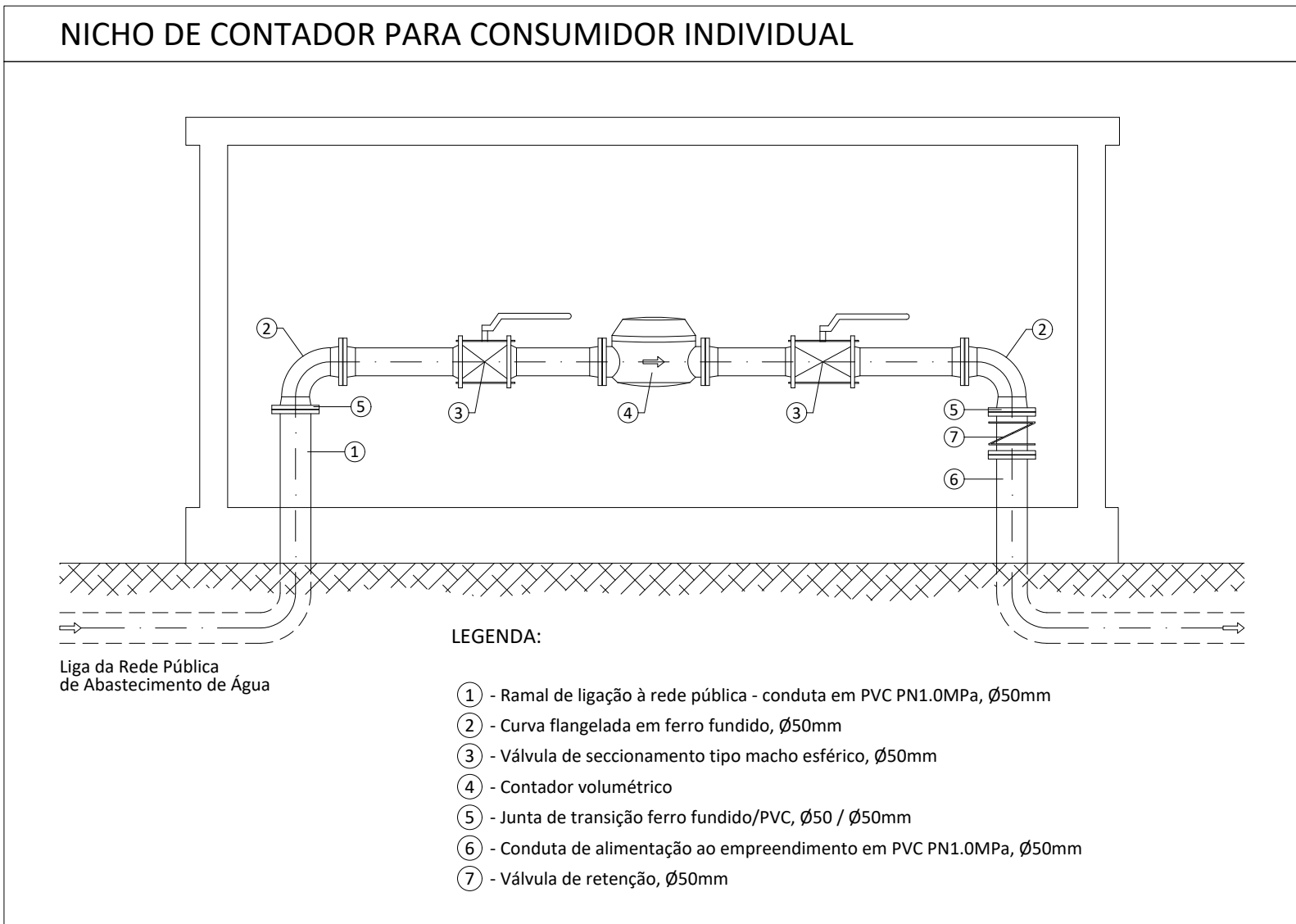
Isométrica  
Sem Escala



Planta do Piso 4  
Escala 1:100



Planta do Piso 5  
Escala 1:100



Alçado Longitudinal do Edifício  
Escala 1:100

LEGENDA :	
	- Tubagem de abastecimento de água fria no interior do edifício
	- Tubagem de abastecimento de água fria nos espaços exteriores
	- Torneira de água fria
	- Torneira misturadora
	- Torneira de lavagem
	- Torneira de esquadria
	- Válvula de bóia
	- Válvula de seccionamento com boca de chave
	- Válvula de seccionamento
	- Válvula antirretorno
	- Queda de tubagem da esquerda para a direita
	- Contador
	- Máquina de lavar roupa
	- Pia lava louça
	- Máquina de lavar louça
	- Termoacumulador
	- Início de coluna ascendente
	- Continuação de coluna ascendente
	- Fim de coluna ascendente
	- Início de coluna descendente
	- Continuação de coluna descendente
	- Fim de coluna descendente

MATERIAL DA TUBAGEM	
- Redes interiores de águas fria e quente:	tubo de polipropileno
- Redes exteriores:	tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)
- Ligação contador/ramal público:	tubo de P.V.C. rígido (P.N. 1 MPa)

QUADRO DE DIÂMETROS DAS DERIVAÇÕES AOS APARELHOS			
APARELHOS	Ø	APARELHOS	Ø
bacia de retrete	16	máquina de lavar roupa	25
lava-louça	25	prato de duche	20
lavatório	16	torneira de lavagem	25
tanque	20	máquina de lavar louça	20

EQUIPAMENTOS DE PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS	
- Termoacumulador elétrico da marca Vulcano, modelo NaturaAqua 100L, com capacidade de 100 litros, para todos os apartamentos.	

Nota 1:	
- As redes de distribuição de AQS deverão ser isoladas térmicamente com espuma elastométrica com 10mm de espessura.	

Nota 2:	
- Todos os contadores e acessórios deverão ser de acordo com a entidade gestora.	

Nota 3:	
- As células do reservatório deverão ficar interligadas. As células serão dotadas de entrada e saída de ar, com rede de malha fina tipo mosquiteiro e de material não corrosivo. Cada célula terá uma abertura de acesso lateral, com 1,00x0,50m.	

Designação do projeto	REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS TURÍSTICOS
Especialidade	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade	REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Título do desenho	PLANTAS: PISO 4 E 5, ISOMÉTRICA, ALÇADO LONGITUDINAL
Escala	1:100



Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
																				Norma da Tubagem: EN ISO 15874						
																				Temperatura (°C)		10,0				
																						Viscosidade (m²/s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)	
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Lav	A									1			0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	1,08	0,09	0,00	0,00	5,0	5,1	
Chuv	A						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,79	0,29	0,00	0,00	5,0	5,3	
A	B						1			1			0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,07	0,43	0,00	0,00	5,3	5,7	
Aut	B								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,35	0,03	0,00	0,00	5,0	5,0	
B	C						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	0,53	0,13	0,25	0,00	5,7	6,1	
PLL	D				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,70	0,19	0,25	0,00	5,0	5,4	
Term	D				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	1,00	0,29	0,25	0,00	9,0	9,5	
D	C				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,70	0,09	0,00	0,00	9,5	9,6	
C	X				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	10,40	1,84	0,00	3,00	9,6	14,5	
Aut	E								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,70	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1	
Chuv	E						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,75	0,45	0,00	0,00	5,0	5,4	
E	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,21	0,08	0,00	0,00	5,4	5,5	
Lav	F						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,93	0,70	0,25	0,00	5,5	6,5	
PLL	G				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,91	0,24	0,25	0,00	5,0	5,5	
Term	G				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,35	0,10	0,25	0,00	9,0	9,4	
G	F				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,95	0,12	0,00	0,00	9,4	9,5	
F	Y				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	2,19	0,39	0,00	0,00	9,5	9,9	
Aut	H								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,70	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1	
Chuv	H						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,75	0,45	0,00	0,00	5,0	5,4	
H	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,21	0,08	0,00	0,00	5,4	5,5	
Lav	I						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,93	0,70	0,25	0,00	5,5	6,5	
PLL	J				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,91	0,24	0,25	0,00	5,0	5,5	
Term	J				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,35	0,10	0,25	0,00	9,0	9,4	
J	I				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,95	0,12	0,00	0,00	9,4	9,5	
I	Y				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	1,29	0,23	0,00	0,00	9,5	9,7	
Y	X				4		4		2	4			2,00	0,79	22,39	40	26,6	1,42	28782	0,18	0,02	0,00	0,00	9,9	9,9	
X	Z				6		6		3	6			3,00	0,95	24,62	40	26,6	1,71	34798	4,00	0,59	0,00	3,00	14,5	18,1	
Aut	K								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,70	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1	

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
																				Norma da Tubagem: EN ISO 15874						
Temperatura (°C)		10,0																								
																						Viscosidade (m²/s)		1,31E-06		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)	
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)													
Chuv	K						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,75	0,45	0,00	0,00	5,0	5,4	
K	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,21	0,08	0,00	0,00	5,4	5,5	
Lav	L						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,93	0,70	0,25	0,00	5,5	6,5	
PLL	M				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,91	0,24	0,25	0,00	5,0	5,5	
Term	M				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,35	0,10	0,25	0,00	9,0	9,4	
M	L				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,95	0,12	0,00	0,00	9,4	9,5	
L	AA				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	0,52	0,09	0,00	0,00	9,5	9,6	
Aut	N								1				0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,70	0,06	0,00	0,00	5,0	5,1	
Chuv	N						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	2,75	0,45	0,00	0,00	5,0	5,4	
N	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,21	0,08	0,00	0,00	5,4	5,5	
Lav	O						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,93	0,70	0,25	0,00	5,5	6,5	
PLL	P				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,91	0,24	0,25	0,00	5,0	5,5	
Term	P				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,35	0,10	0,25	0,00	9,0	9,4	
P	O				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,95	0,12	0,00	0,00	9,4	9,5	
O	AA				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	1,28	0,23	0,00	0,00	9,5	9,7	
AA	Z				4		4		2	4			2,00	0,79	22,39	40	26,6	1,42	28782	0,84	0,09	0,00	0,00	9,7	9,8	
Z	AB				10		10		5	10			5,00	1,28	28,49	50	33,2	1,47	37340	6,19	0,53	0,00	3,00	18,1	21,6	
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	1,14	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2	
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,86	0,34	0,00	0,00	5,2	5,5	
Lav	Q						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	10,43	2,49	0,25	0,00	5,5	8,3	
PLL	R				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,89	0,24	0,25	0,00	5,0	5,5	
Term	R				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,49	0,14	0,25	0,00	10,0	10,4	
R	Q				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,21	0,03	0,00	0,00	10,4	10,4	
Q	AC				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	0,62	0,11	0,00	0,00	10,4	10,5	
Chuv	Bid						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,89	0,14	0,00	0,00	5,0	5,1	
Bid	Aut						1	1					0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	0,54	0,21	0,00	0,00	5,1	5,4	
Aut	S						1	1	1				0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	2,13	0,51	0,00	0,00	5,4	5,9	
Lav	S									1			0,10	0,10	7,98	20	13,2	0,73	7365	0,46	0,04	0,00	0,00	5,0	5,0	

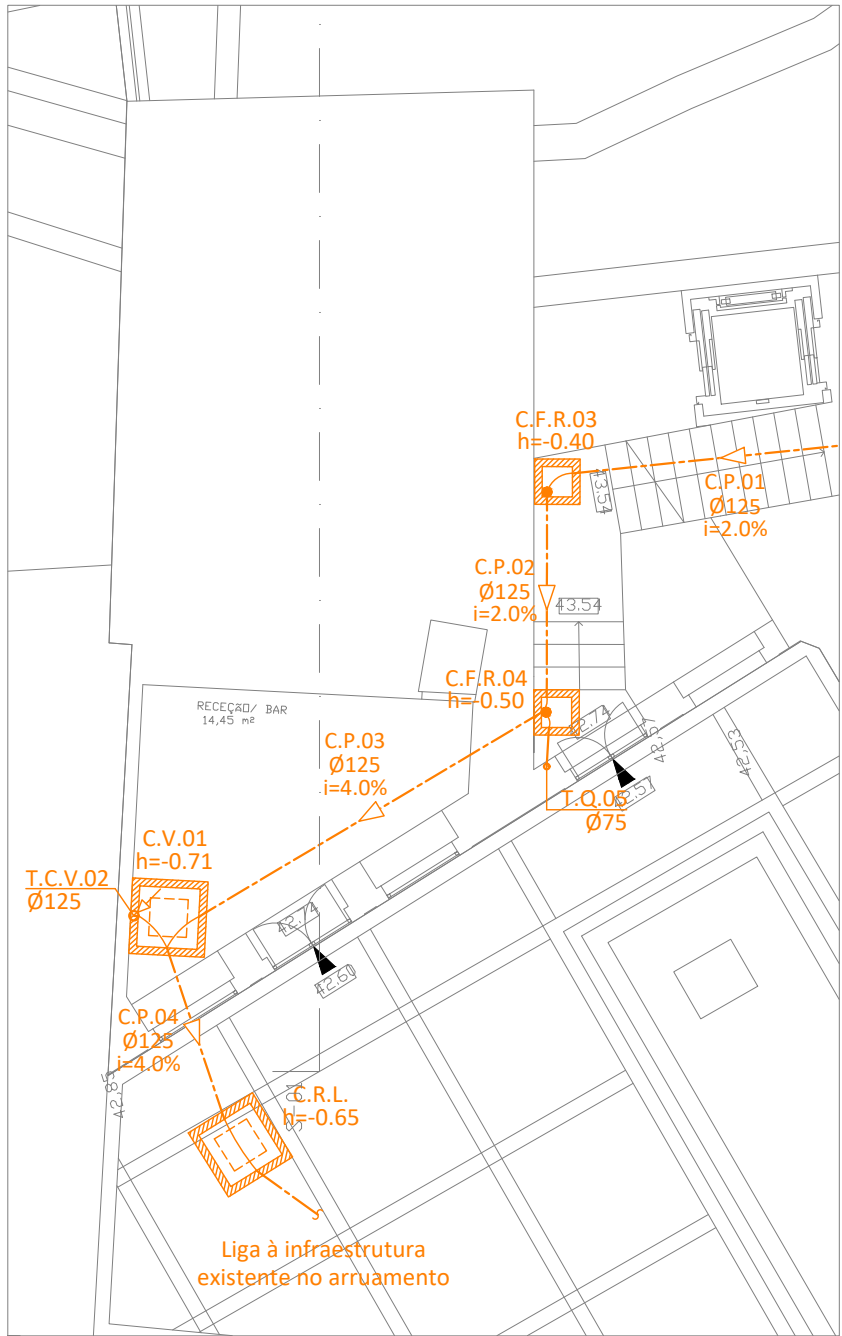
Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)			
																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06	
																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00	
																						Temperatura (°C)		10,0	
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																			Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		1,31E-06				
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)												
S	T						1	1	1	1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	1,48	0,43	0,25	0,00	5,9	6,6
PLL	U				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	1,28	0,34	0,25	0,00	5,0	5,6
Term	U				1		1	1		1			0,55	0,43	16,55	25	16,6	1,99	25201	0,37	0,13	0,25	0,00	9,0	9,4
U	T				2		1	1		1			0,75	0,50	17,80	32	21,2	1,41	22816	1,91	0,27	0,00	0,00	9,4	9,6
T	AC				2		2	2	1	2			1,20	0,62	19,87	32	21,2	1,76	28432	7,55	1,55	0,00	0,00	9,6	11,2
AC	AB				4		4	2	2	4			2,20	0,82	22,90	40	26,6	1,48	30095	3,06	0,35	0,00	0,00	11,2	11,5
AB	AD				14		14	2	7	14			7,20	1,56	31,48	50	33,2	1,80	45596	9,09	1,12	0,00	5,50	21,6	28,2
Chuv	Aut						1						0,15	0,15	9,77	20	13,2	1,10	11047	0,87	0,14	0,00	0,00	5,0	5,1
Aut	Lav						1		1				0,25	0,25	12,62	20	13,2	1,83	18412	1,53	0,61	0,00	0,00	5,1	5,7
Lav	V						1		1	1			0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	20395	5,47	1,30	0,25	0,00	5,7	7,3
PLL	W				1								0,20	0,20	11,28	20	13,2	1,46	14730	0,85	0,23	0,25	0,00	5,0	5,5
Term	W				1		1			1			0,45	0,39	15,79	25	16,6	1,81	22941	0,51	0,15	0,25	0,00	9,0	9,4
W	V				2		1			1			0,65	0,47	17,21	32	21,2	1,32	21338	0,33	0,04	0,00	0,00	9,4	9,4
V	AD				2		2		1	2			1,00	0,57	19,04	32	21,2	1,61	26106	2,78	0,49	0,00	2,50	9,4	12,4
AD	AE				16		16	2	8	16			8,20	1,67	32,63	50	33,2	1,93	48963	0,48	0,07	0,00	0,00	28,2	28,3
Tlav	AF											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	10,35	1,90	0,00	0,00	5,0	6,9
Tlav	AF											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	12,06	2,21	0,00	0,00	5,0	7,2
AF	Tlav											2	0,60	0,45	16,89	32	21,2	1,27	20553	9,02	1,04	0,00	3,00	7,2	11,3
Tlav	AG											3	0,90	0,54	18,57	32	21,2	1,54	24849	4,49	0,73	0,00	0,00	11,3	12,0
Tlav	Tlav											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	16,87	3,09	0,00	0,00	5,0	8,1
Tlav	AH											2	0,60	0,45	16,89	32	21,2	1,27	20553	18,01	2,08	0,00	-3,78	8,1	6,4
Tlav	AH											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	6,73	1,23	0,00	0,00	5,0	6,2
AH	AG											3	0,90	0,54	18,57	32	21,2	1,54	24849	1,86	0,30	0,00	-1,16	6,4	5,5
AG	AI											6	1,80	0,75	21,85	40	26,6	1,35	27397	6,41	0,62	0,00	0,00	12,0	12,6
Tlav	AI											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	4,31	0,79	0,00	-0,58	5,0	5,2
Reserv.	AI											1	0,30	0,30	13,82	32	21,2	0,85	13757	5,33	0,30	0,00	0,00	5,0	5,3
AI	Tlav											8	2,40	0,86	23,37	40	26,6	1,54	31346	12,23	1,51	0,00	0,00	12,6	14,1
Tlav	AJ											9	2,70	0,91	24,02	40	26,6	1,63	33123	8,68	1,18	0,00	6,75	14,1	22,0

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA FRIA																				Tubagem		Polipropileno (PP-R)			
																						Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06	
																				Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00	
																						Temperatura (°C)		10,0	
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																	Viscosidade (m²/s)		1,31E-06						
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)												Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	Reynolds	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)
jusante	montante	TQL 0,20	MLL 0,15	MLR 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Aut 0,10	Lav 0,10	Uri 0,50	Tlav 0,30	Total (l/s)												
Tlav	AJ											1	0,30	0,30	13,82	25	16,6	1,39	17569	0,28	0,05	0,00	0,00	5,0	5,1
AJ	AK											10	3,00	0,95	24,62	40	26,6	1,71	34798	2,57	0,38	0,00	0,00	22,0	22,4
MLR	MLR			1									0,20	0,20	11,28	25	16,6	0,92	11713	0,85	0,08	0,00	0,00	5,0	5,1
MLR	MLR			2									0,40	0,37	15,36	25	16,6	1,71	21710	0,84	0,22	0,00	0,00	5,1	5,3
MLR	AK			3									0,60	0,45	16,89	32	21,2	1,27	20553	5,80	0,67	0,25	0,00	5,3	6,2
AK	AE			3								10	3,60	1,07	26,04	40	26,6	1,92	38930	8,00	1,45	0,00	1,95	22,4	25,8
AE	Tq			3	16		16	2	8	16		10	11,80	2,04	36,05	63	42	1,47	47243	0,20	0,01	0,00	0,00	28,3	28,3
Tq	Cont	1		3	16		16	2	8	16		10	12,00	2,06	36,21	63	42	1,49	47680	0,70	0,05	0,00	0,00	28,3	28,3

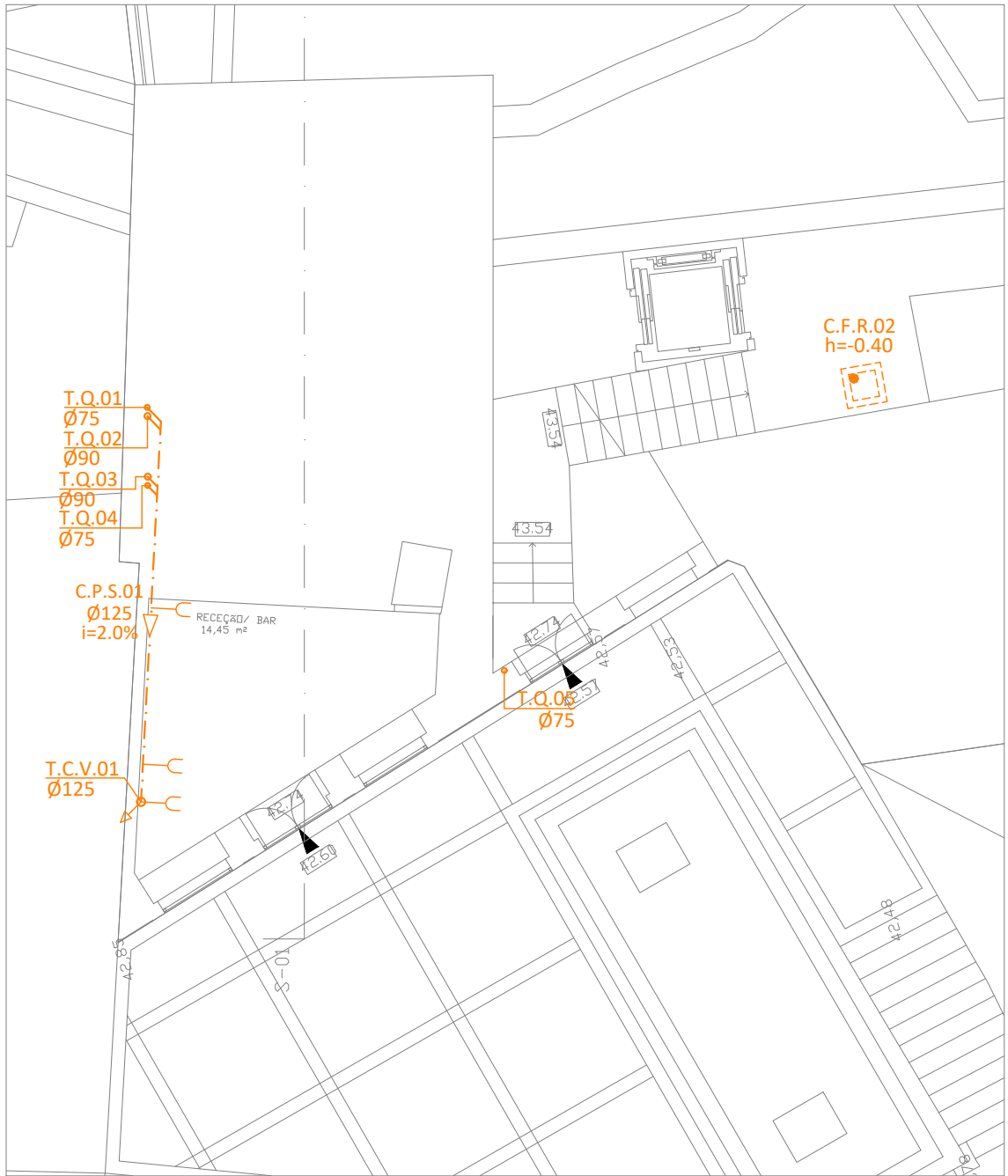
Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)																				
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06																		
																Norma da Tubagem: EN ISO 15874																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																																		Temperatura (°C)		60,0		
																		Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		4,66E-07																		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)																	
jusante	montante	TQL 0,20	PLL 0,20	Ban 0,25	Chu 0,15	Bid 0,10	Lav 0,10	MLR 0,20	Total (l/s)																													
Lav	A						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	0,68	0,04	0,00	0,00	5,0	5,0																	
Chuv	A				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,39	0,18	0,00	0,00	5,0	5,2																	
A	D				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,60	0,83	0,25	0,00	5,2	6,3																	
PLL	D		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,30	0,06	0,25	0,00	5,0	5,3																	
D	Tem		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,86	0,20	0,25	0,00	6,3	6,7																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,36	0,30	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	G				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,48	1,10	0,25	0,00	5,3	6,7																	
PLL	G		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,51	0,11	0,25	0,00	5,0	5,4																	
G	Term		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,50	0,12	0,25	0,00	6,7	7,0																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,36	0,30	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	J				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,48	1,10	0,25	0,00	5,3	6,7																	
PLL	J		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,51	0,11	0,25	0,00	5,0	5,4																	
J	Term		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,50	0,12	0,25	0,00	6,7	7,0																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,36	0,30	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	M				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,48	1,10	0,25	0,00	5,3	6,7																	
PLL	M		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,51	0,11	0,25	0,00	5,0	5,4																	
M	Term		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,50	0,12	0,25	0,00	6,7	7,0																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,36	0,30	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	P				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	3,48	1,10	0,25	0,00	5,3	6,7																	
PLL	P		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,51	0,11	0,25	0,00	5,0	5,4																	
P	Term		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,50	0,12	0,25	0,00	6,7	7,0																	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	2,00	0,25	0,00	0,00	5,0	5,3																	
Lav	R				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	10,30	3,27	0,25	0,00	5,3	8,8																	

Cálculo da rede de abastecimento de água interior  REDE DE ÁGUA QUENTE																Tubagem		Polipropileno (PP-R)				
																		Rugosidade absoluta (m)		2,50E-06		
																Água		Velocidade máx. (m/s)		2,00		
																		Temperatura (°C)		60,0		
Norma da Tubagem: EN ISO 15874																		Viscosidade (m <sup>2</sup> /s)		4,66E-07		
Troço		Caudal dos aparelhos (l/s)								Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Q <sub>CALC</sub> (l/s)	Ø <sub>CALC</sub> (mm)	Ø <sub>COM</sub> (mm)	Ø <sub>INT</sub> (mm)	U (m/s)	L (m)	Perda total (mca)	Perda conc. (mca)	Desnível (mca)	Ps (jusante) (mca)	Pe (montante) (mca)	
jusante	montante	TQL	PLL	Ban	Chu	Bid	Lav	MLR	Total (l/s)													
		0,20	0,20	0,25	0,15	0,10	0,10	0,20														
PLL	R		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,49	0,10	0,25	0,00	5,0	5,4	
R	Term		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,34	0,08	0,25	0,00	8,8	9,1	
Chuv	Bid				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	0,88	0,11	0,00	0,00	5,0	5,1	
Bid	S				1	1			0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	2,48	0,79	0,00	0,00	5,1	5,9	
Lav	S						1		0,10	0,10	0,19	7,98	20	13,2	0,73	0,06	0,00	0,00	0,00	5,0	5,0	
S	U				1	1	1		0,35	0,35	0,35	14,89	25	16,6	1,61	3,39	0,65	0,25	0,00	5,9	6,8	
PLL	U		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,88	0,19	0,25	0,00	5,0	5,4	
U	Term		1		1	1	1		0,55	0,43	0,43	16,55	25	16,6	1,99	0,52	0,15	0,25	0,00	6,8	7,2	
Chuv	Lav				1				0,15	0,15	0,23	9,77	20	13,2	1,10	1,90	0,24	0,00	0,00	5,0	5,2	
Lav	W				1		1		0,25	0,25	0,30	12,62	20	13,2	1,83	6,25	1,98	0,25	0,00	5,2	7,5	
PLL	W		1						0,20	0,20	0,27	11,28	20	13,2	1,46	0,44	0,09	0,25	0,00	5,0	5,3	
W	Term		1		1		1		0,45	0,39	0,39	15,79	25	16,6	1,81	0,36	0,08	0,25	0,00	7,5	7,8	

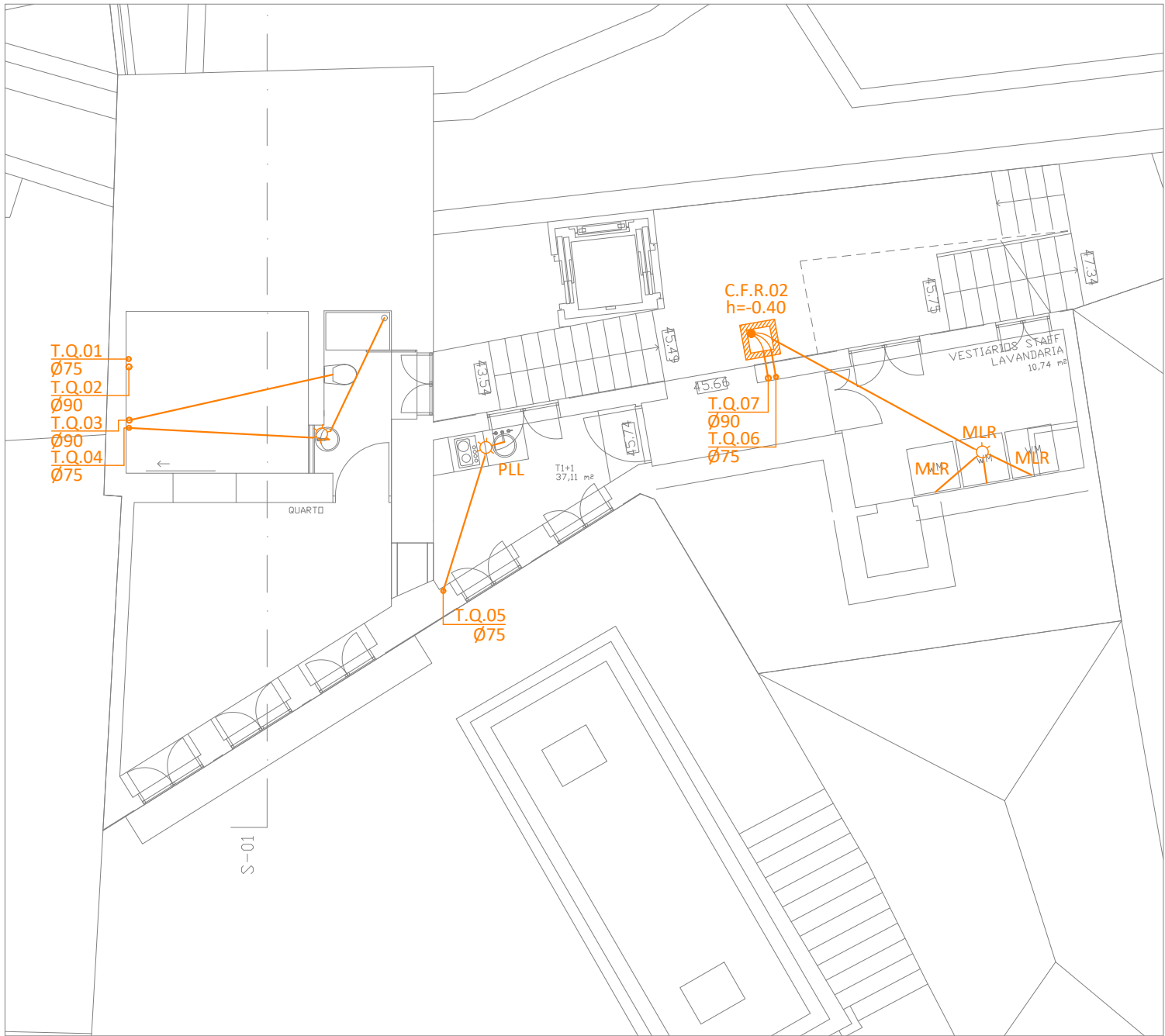




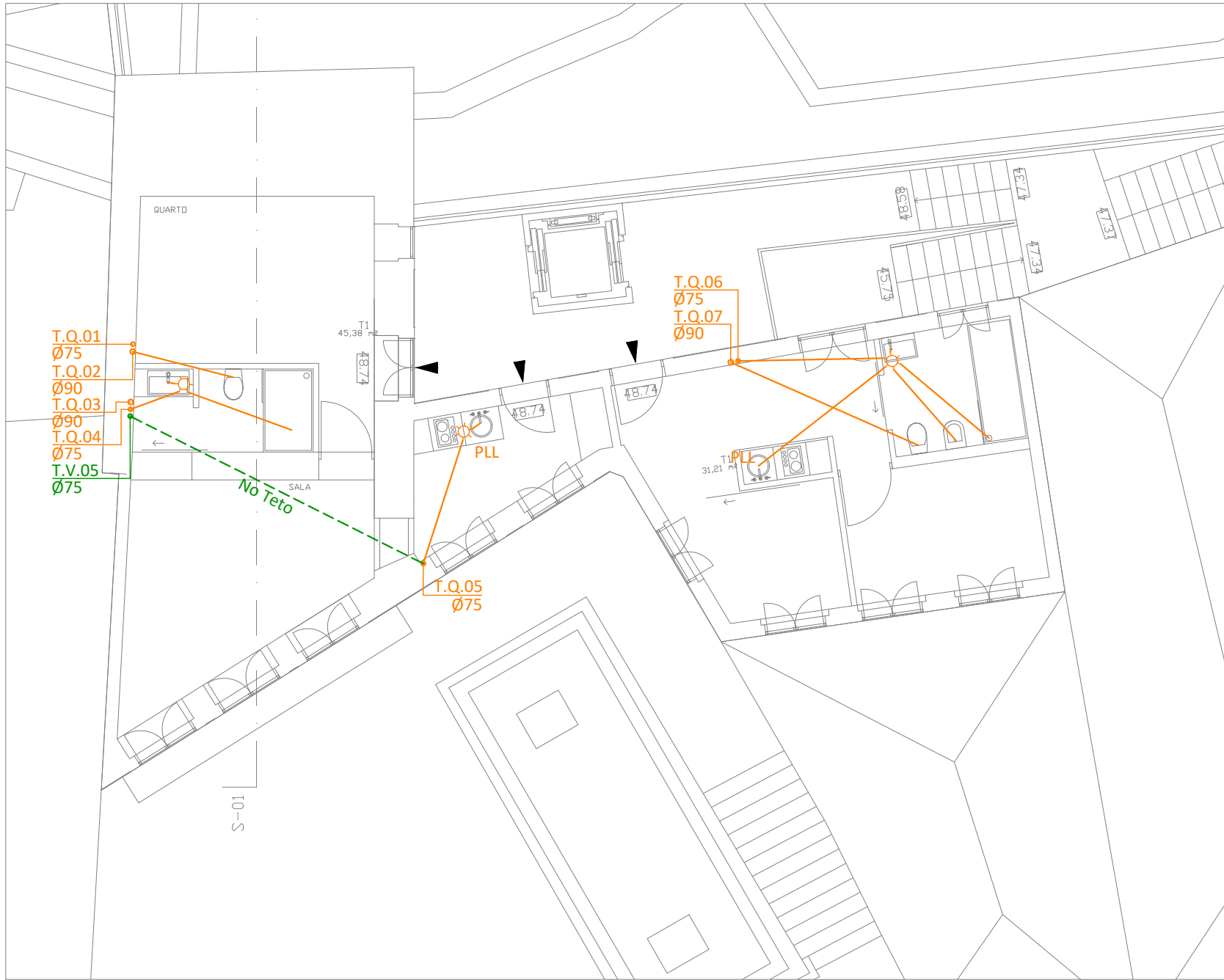
Planta do Piso 0  
Escala 1:100



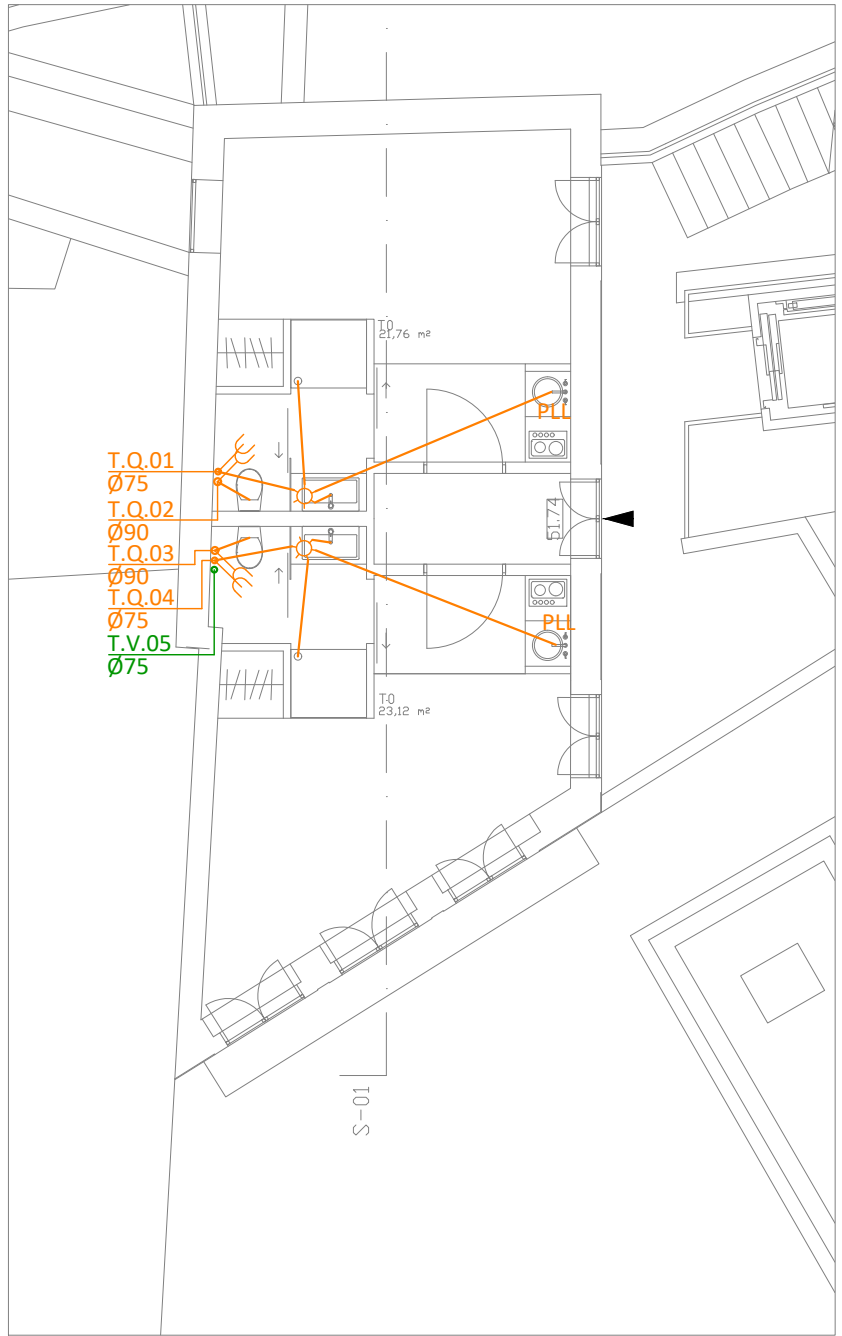
Planta do Teto do Piso 0  
Escala 1:100



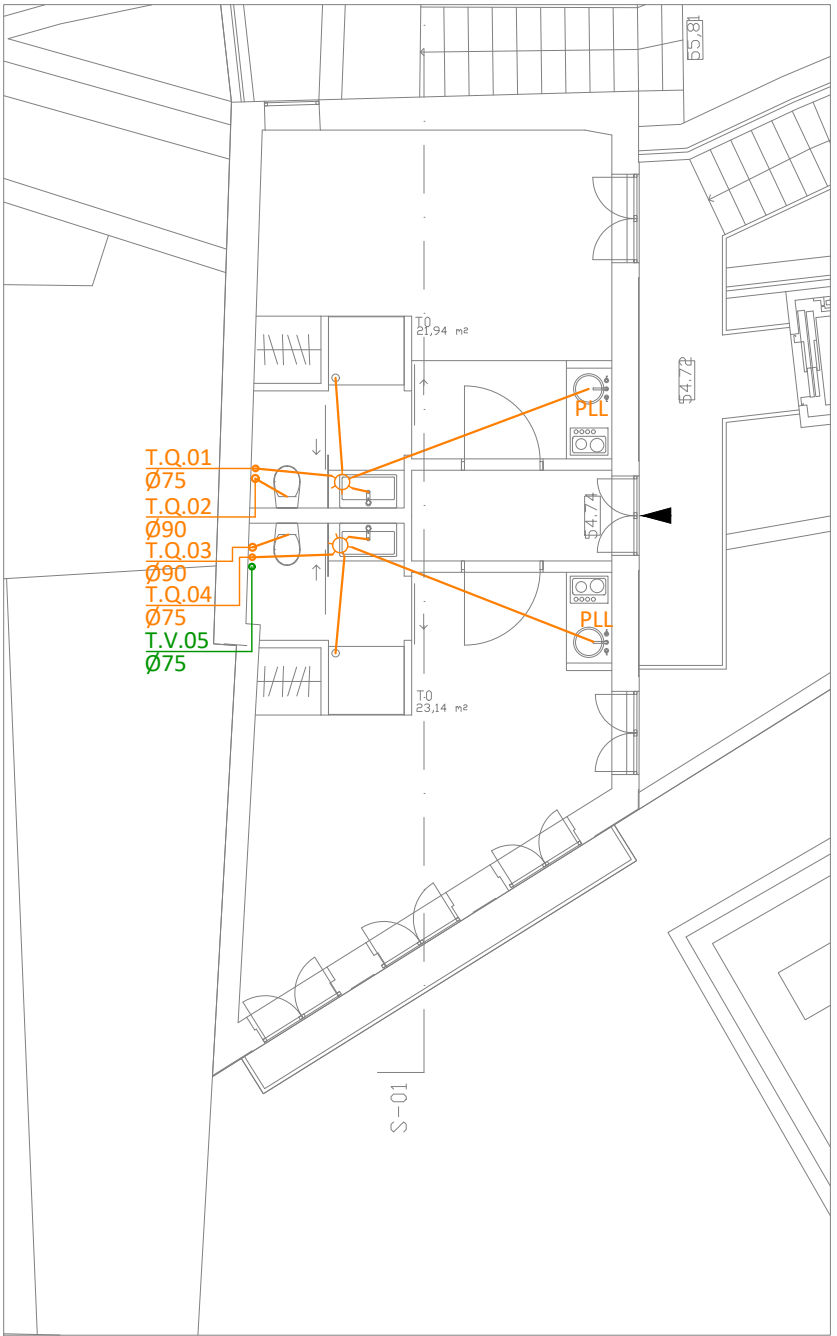
Planta do Piso 1  
Escala 1:100



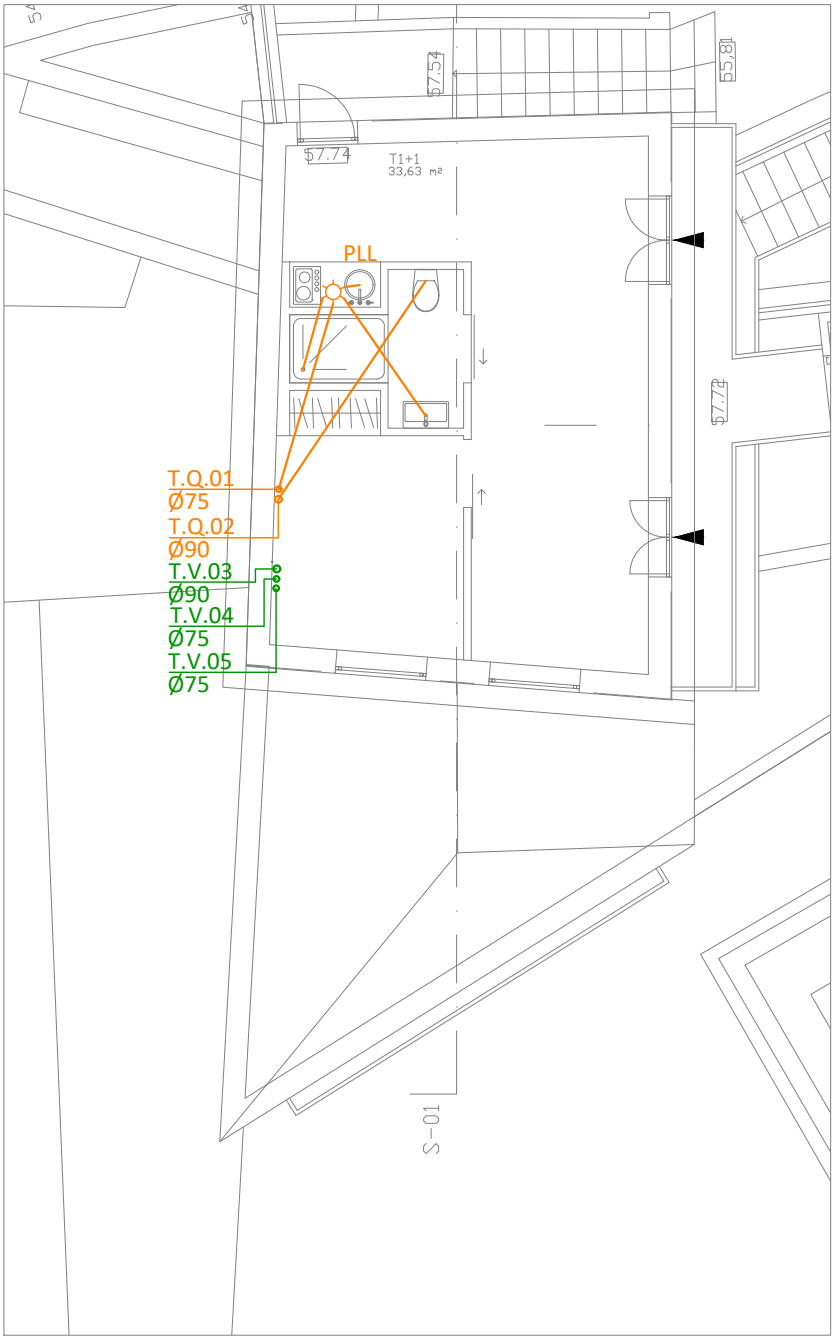
Planta do Piso 2  
Escala 1:100



Planta do Piso 3  
Escala 1:100



Planta do Piso 4  
Escala 1:100



Planta do Piso 5  
Escala 1:100

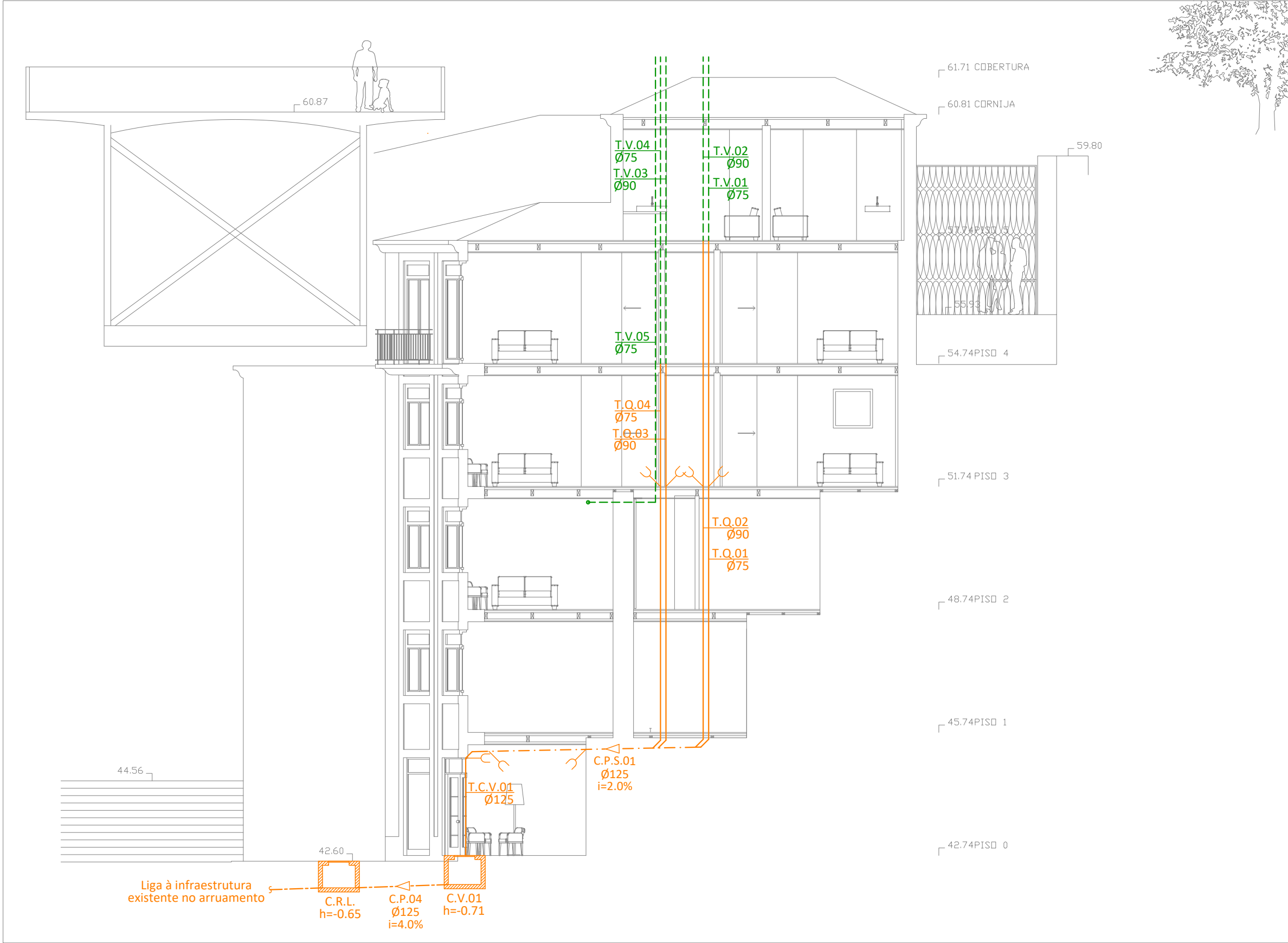
LEGENDA :	
	- Coletor predial
	- Coletor predial suspenso
	- Ramal de descarga
	- Tubagem de ventilação
	- Tubo de ventilação de águas residuais
	- Tubo de queda de águas residuais
	- Tubo coletor vertical
	- Caixa de visita
	- Caixa de fundo roto
	- Caixa ramal de ligação
	- Pia lava-louça
	- Máquina de lavar roupa
	- Altura útil da caixa de visita (m)
	- Inclinação da tubagem (1% < i < 4%)
	- Sentido da inclinação da tubagem
	- Caixa de pavimento com boca de limpeza
	- Caixa de pavimento
	- Boca de varejamento

MATERIAL DA TUBAGEM	
- Ramais de descarga e tubos de queda: tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	
- Colectores prediais: tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	

CAUDAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	CAUDAL (l/min)	Ø	i %(min.)
bacia de retrete	90	Ø90	1%
lavatório	30	Ø40	4%
bidé	30	Ø50	1%
prato de duche			
lava-louça			
máquina lavar	60	Ø50	4%
RAMAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	Ø		Ø RAMAL
bacia de retrete	Ø90	Ø90	B.L. — Ø90 — C.V.
	Ø90	Ø90	T.Q.
lavatório	Ø40/Ø50	C.P. — Ø75	B.L. — Ø90 — C.V.
bidé	Ø40/Ø50	C.P. — Ø75	T.Q.
prato de duche			
lava-louça			
máquina de lavar	Ø50	C.P. — Ø75	B.L. — Ø90 — C.V.
	Ø50	C.P. — Ø75	T.Q.
C.P. - caixa de pavimento / B.L. - boca de limpeza / C.V. - caixa de visita / T.Q. - Tubo de queda			
APARELHOS	TIPO DE SIFÕES		CALIBRES MÍNIMOS DOS SIFÕES EM mm
bacia de retrete	sifónico		90
lavatório	sifão de garrafa		32
bidé	sifão de garrafa (metálico)		38
lava-louça	sifão de gorduras		38
prato de duche	c/ cachimbo na CP		38
SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE VISITA			
DIMENSÕES (m x m)		PROFUNDIDADE (m)	
0.80 x h		até 1.00	
1.00 x 1.00		de 1.00 até 2.50	
1.25 x 1.25		superior a 2.50	
NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.		



Planta do Piso 5  
Escala 1:100



Corte  
Escala 1:100

CAUDAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	CAUDAL (l/min)	Ø	i %(min.)
bacia de retrete	90	Ø90	1%
lavatório	30	Ø40	4%
bidé	30	Ø50	1%
prato de duche			
lava-louça			
máquina lavar	60	Ø50	4%
RAMAIS DE DESCARGA			
APARELHOS	Ø		Ø RAMAL
bacia de retrete	Ø90	Ø90	B.L. — Ø90 — C.V.
	Ø90	Ø90	T.Q. —
lavatório	Ø40/Ø50	C.P. — Ø75	B.L. — Ø90 — C.V.
bidé	Ø40/Ø50	C.P. — Ø75	T.Q. —
prato de duche			
lava-louça			
máquina de lavar	Ø50	C.P. — Ø75	B.L. — Ø90 — C.V.
	Ø50	C.P. — Ø75	T.Q. —
C.P. - caixa de pavimento / B.L. - boca de limpeza / C.V. - caixa de visita / T.Q. - Tubo de queda			
APARELHOS	TIPO DE SIFÕES		CALIBRES MÍNIMOS DOS SIFÕES EM mm
bacia de retrete	sifónico		90
lavatório	sifão de garrafa		32
bidé	sifão de garrafa (metálico)		38
lava-louça	sifão de gorduras		38
prato de duche	c/ cachimbo na CP		38
SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE VISITA			
DIMENSÕES (m x m)		PROFUNDIDADE (m)	
0.80 x h		até 1.00	
1.00 x 1.00		de 1.00 até 2.50	
1.25 x 1.25		superior a 2.50	
NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.		

LEGENDA :	
-----	- Colector predial
- - - - -	- Colector predial suspenso
-----	- Ramal de descarga
-----	- Tubagem de ventilação
T.V.	- Tubo de ventilação de águas residuais
T.Q.	- Tubo de queda de águas residuais
T.C.V.	- Tubo coletor vertical
C.V.	- Caixa de visita
C.F.R.	- Caixa de fundo roto
C.R.L.	- Caixa ramal de ligação
PLL	- Pia lava-louça
MLR	- Máquina de lavar roupa
h	- Altura útil da caixa de visita (m)
i	- Inclinação da tubagem (1% < i < 4%)
▽	- Sentido da inclinação da tubagem
⊙	- Caixa de pavimento com boca de limpeza
⊙	- Caixa de pavimento
└	- Boca de varejamento

MATERIAL DA TUBAGEM	
- Ramais de descarga e tubos de queda:	
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	
- Colectores prediais:	
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	

Designação do projeto	REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS TURÍSTICOS
Especialidade	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade	REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS
Título do desenho	PLANTA DA COBERTURA E CORTE LONGITUDINAL
Escala	1:100



### Dimensionamento dos tubos de queda sem ventilação secundária

Tubo	Caudais de descarga (l/min)												Q <sub>CÁLCULO</sub> (l/min)	Diâmetros necessários					Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	Ø <sub>NOM.</sub> ADOTADO (mm)
	Ret 90	Ban 60	Bid 30	Chu 30	Lav 30	MLL 60	MLR 60	Uri 60	PLL 30	TLR 60	Pdes 30	Total		Ø=50	50<Ø<75	75<Ø<100	100<Ø<125	Ø>125			
														1 / 3	1 / 4	1 / 5	1 / 6	1 / 7			
T.Q.01				3	3				3			270	147,1	57,08	68,33	78,55	88,03	96,94	75,0	71,4	75
T.Q.02	4											360	171,6	60,47	72,39	83,22	93,26	102,70	90,0	86,4	90
T.Q.03	3											270	147,1	57,08	68,33	78,55	88,03	96,94	75,0	71,4	90
T.Q.04				4	4				2			300	155,6	58,30	69,79	80,23	89,91	99,01	75,0	71,4	75
T.Q.05									2			60	60,0	40,78	48,82	56,12	62,90	69,26	75,0	71,4	75
T.Q.06			1	1	1				1			120	95,3	48,51	58,06	66,75	74,81	82,38	75,0	71,4	75
T.Q.07	1											90	81,7	45,79	54,81	63,01	70,61	77,75	75,0	71,4	90

## Dimensionamento de coletores prediais enterrados

i - Inclinação do coletor

R - Raio hidráulico

Y - Altura da lâmina líquida

D - Diâmetro da secção

D/2 - Altura máxima da lâmina líquida

Ks - Coeficiente de rugosidade

Material **PVC 0.6M**

Ks ( $m^{1/3} \cdot s^{-1}$ ) 120,0

Norma regulamentar aplicável

Dec. Reg.

23/95 de 23

de Agosto

Coletor	Caudais de descarga (l/min)												Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Caudal da Secção Cheia (l/min)	Y/D	Secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )	R (m)	t (N/m <sup>2</sup> )
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MLL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes	Total												
	90	60	30	30	30	60	60	60	30	60	30													
C.P.01	1		1	1	1		3		1			390	179,1	125	117,6	0,27	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,28	24,52	0,019	4,139
C.P.02	1		1	1	1		3		1			390	179,1	125	117,6	0,27	2,00	0,029	526,8	1053,5	0,28	24,52	0,019	4,139
C.P.03	1		1	1	1		3		3			450	193,3	125	117,6	0,30	4,00	0,029	745,0	1489,9	0,24	20,22	0,017	7,364
C.P.04	8		1	8	8		3		8			1650	387,5	125	117,6	0,59	4,00	0,029	745,0	1489,9	0,35	33,41	0,023	9,932

## Dimensionamento de coletores prediais suspensos

i - Inclinação do coletor

R - Raio hidráulico

Y - Altura da lâmina líquida

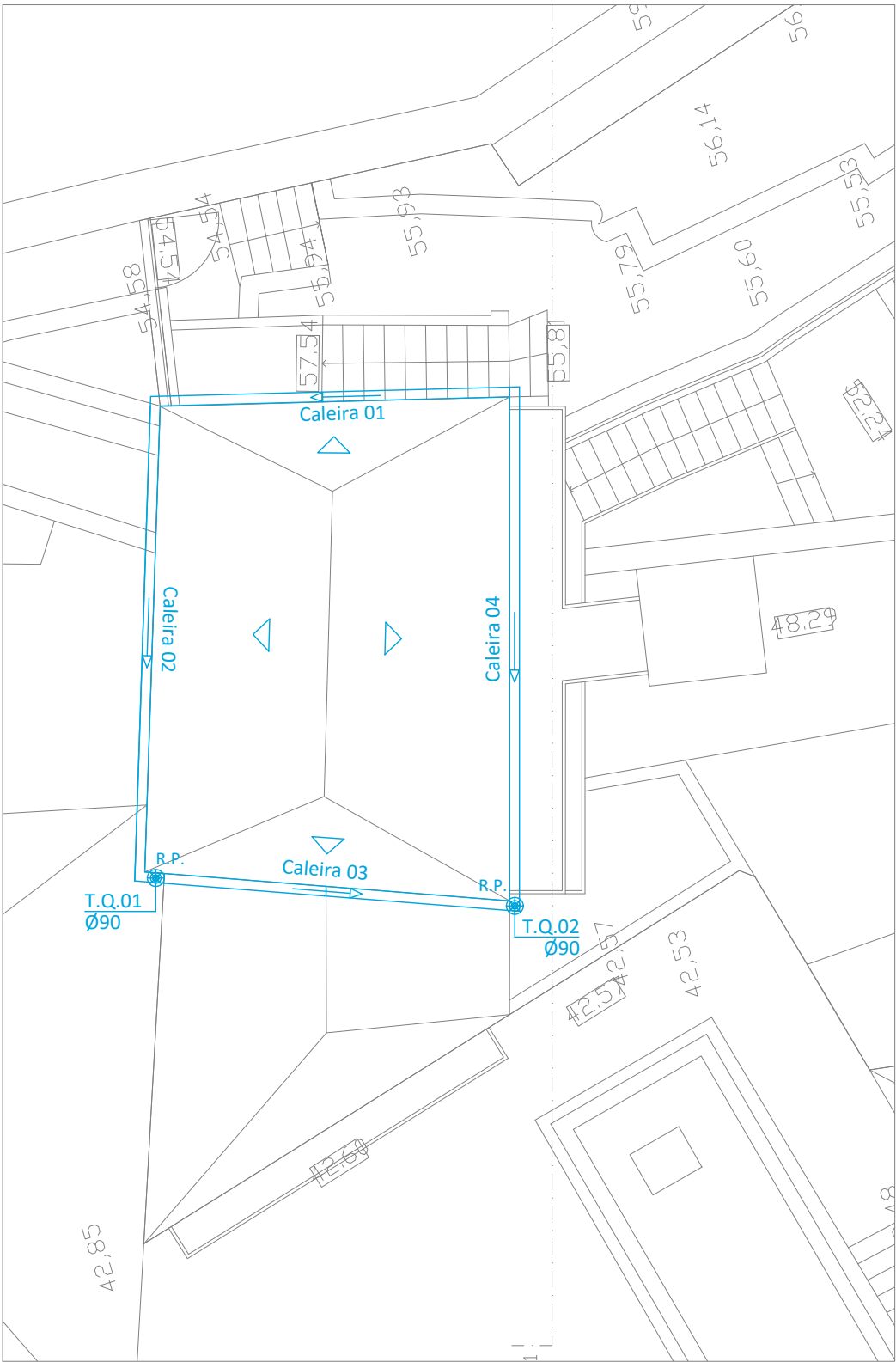
D - Diâmetro da secção

D/2 - Altura máxima da lâmina líquida

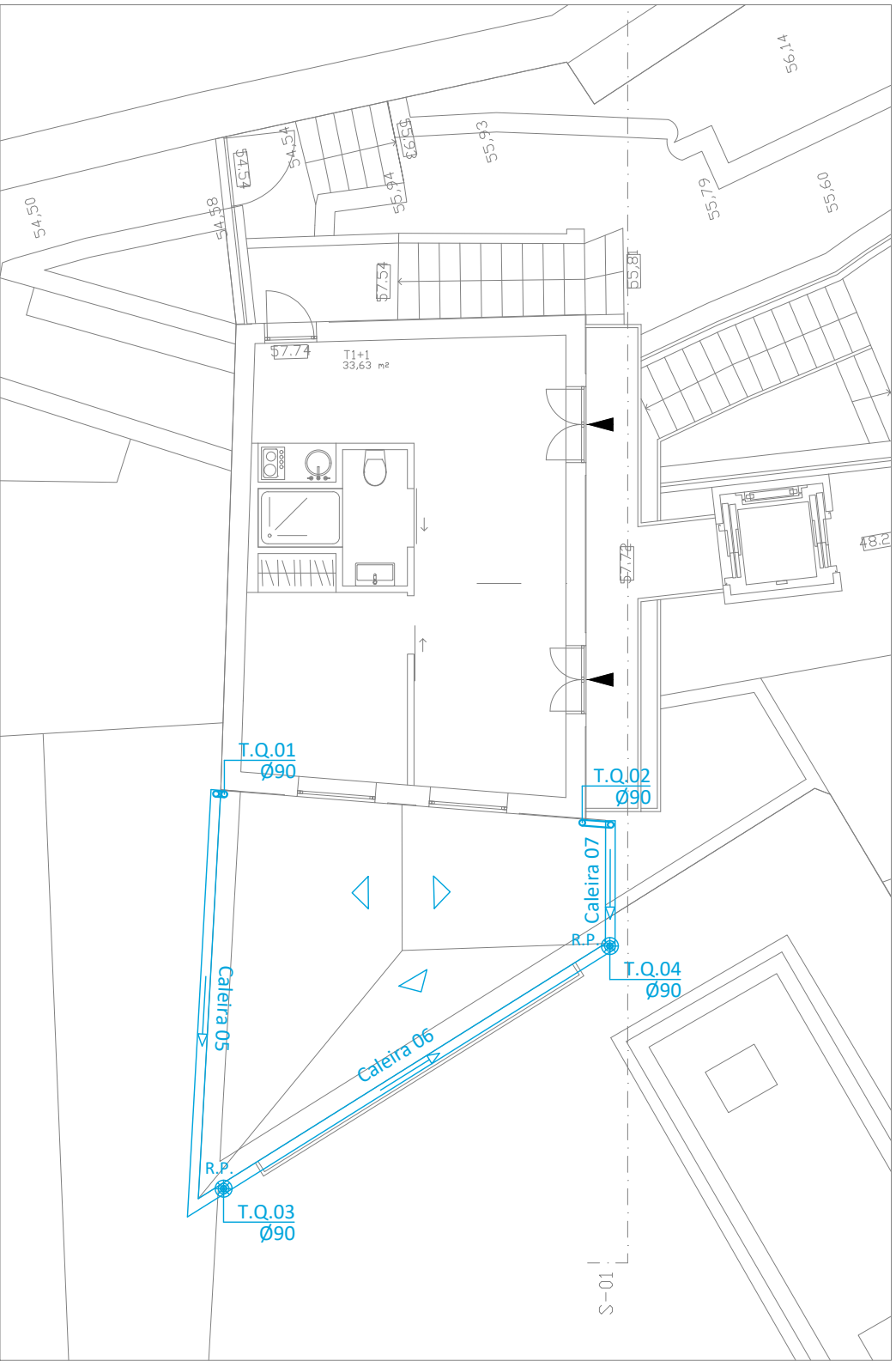
Ks - Coeficiente de rugosidade

Material	PVC 0.6M
ks (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0
Norma regulamentar aplicável	Dec. Reg. 23/95 de 23 de Agosto

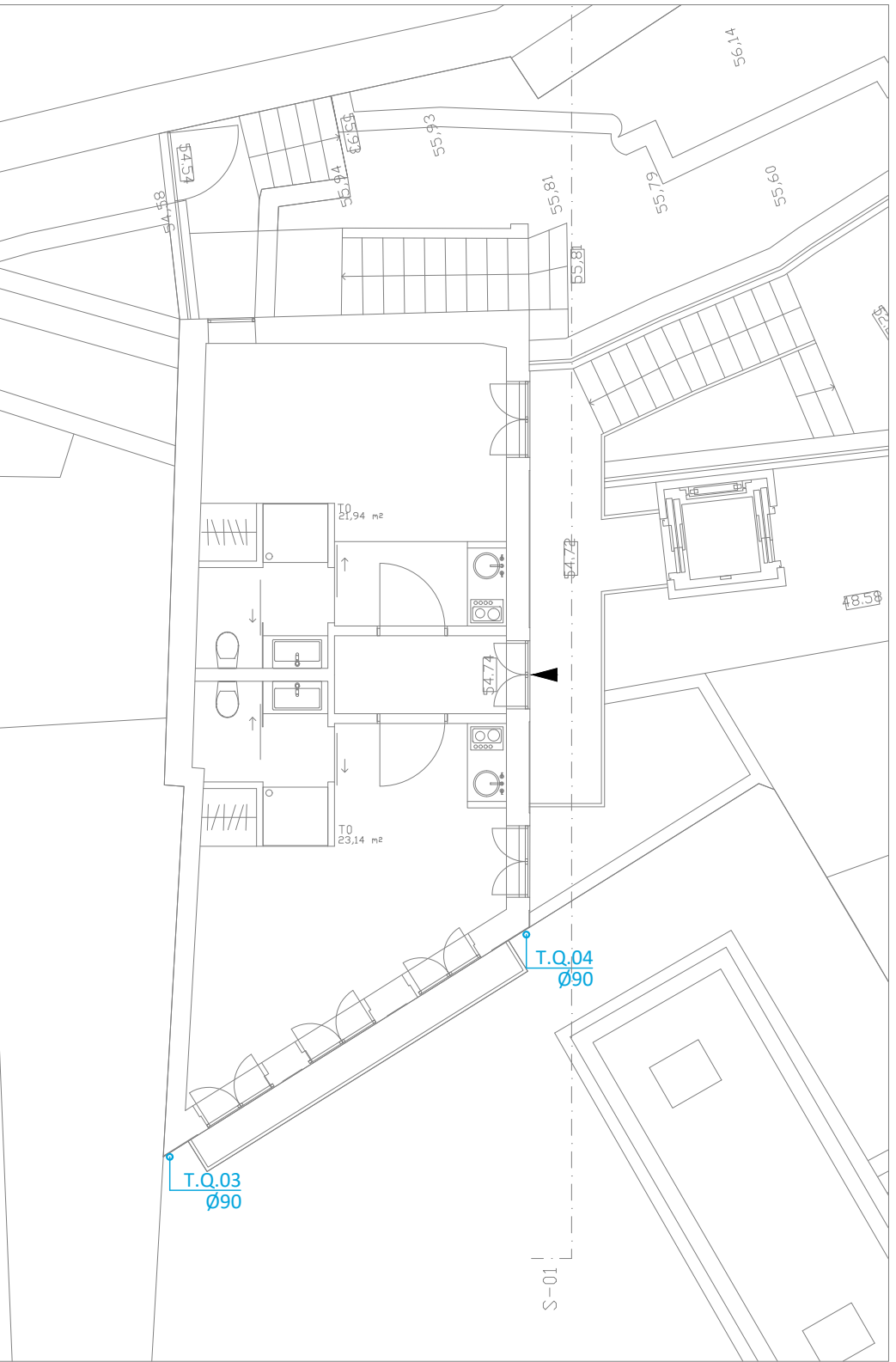
Coletor	Caudais de descarga (l/min)												Q <sub>CALCULO</sub> (l/min)	Ø <sub>NOM.</sub> (mm)	Ø <sub>INT.</sub> (mm)	V <sub>CALCULO</sub> (m/s)	i (%)	R <sub>Y = D/2</sub> (m)	Q <sub>EFFECTIVO</sub> (l/min)	Y/D	secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )	R (m)	t (N/m <sup>2</sup> )
	Ret	Ban	Bid	Chu	Lav	MLL	MLR	Uri	PLL	TLR	Pdes	Total											
	90	60	30	30	30	60	60	60	30	60	30												
C.P.S.01	7			7	7				5			1200	326,8	125	117,6	0,50	2,00	0,029	526,8	0,38	38,06	0,024	5,349



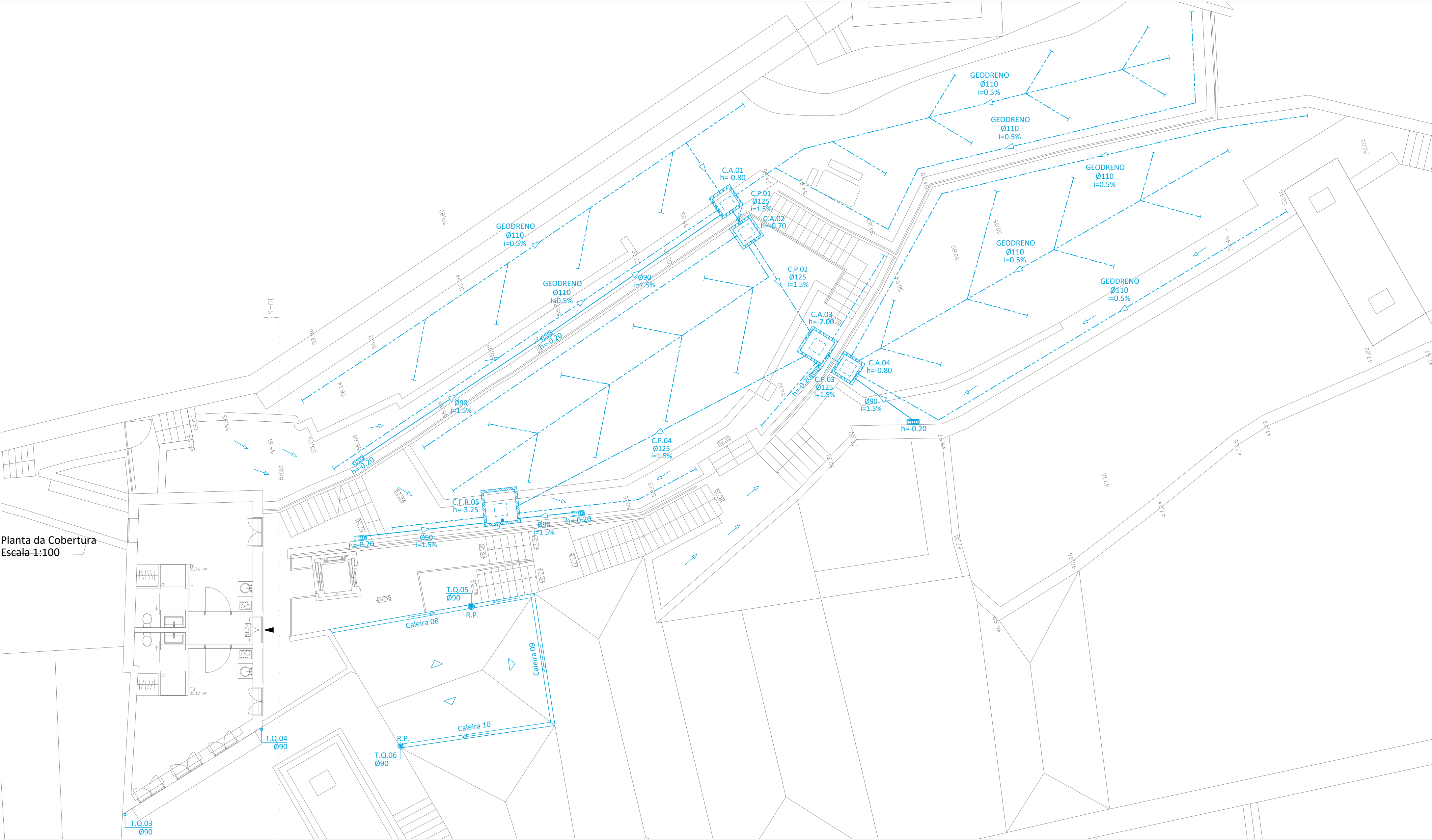
Planta da Cobertura  
Escala 1:100



Planta do Piso 5  
Escala 1:100



Planta do Piso 4  
Escala 1:100



Planta da Cobertura  
Escala 1:100

Planta do Piso 3  
Escala 1:100

LEGENDA :

- Tubagem de águas pluviais enterrada
- Geodrenos
- T.Q.
- C.A.
- C.F.R.
- C.R.L.
- R.P.
- h
- i
- Sifão de Campanha
- Vala grelhada
- Tubo de queda de águas pluviais
- Caixa de areia
- Caixa de fundo roto
- Caixa de ramal de ligação
- Sentido da inclinação das coberturas
- Sentido de escoamento
- Ralo de pinha
- Altura útil das caixas
- Inclinação da tubagem (0.5% ≤ i ≤ 4%)
- Sifão de Campanha
- Vala grelhada

MATERIAL DA TUBAGEM

- Rede de águas pluviais: tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade
- Tubos de queda: Zinco
- Caldeiras: Zinco
- Geodreno: tubo em P.V.C. corrugado perfurado envolvido em manta geotêxtil

SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE AREIA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x h	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50

NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.
----------	--

Designação do projeto  
REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS TURÍSTICOS

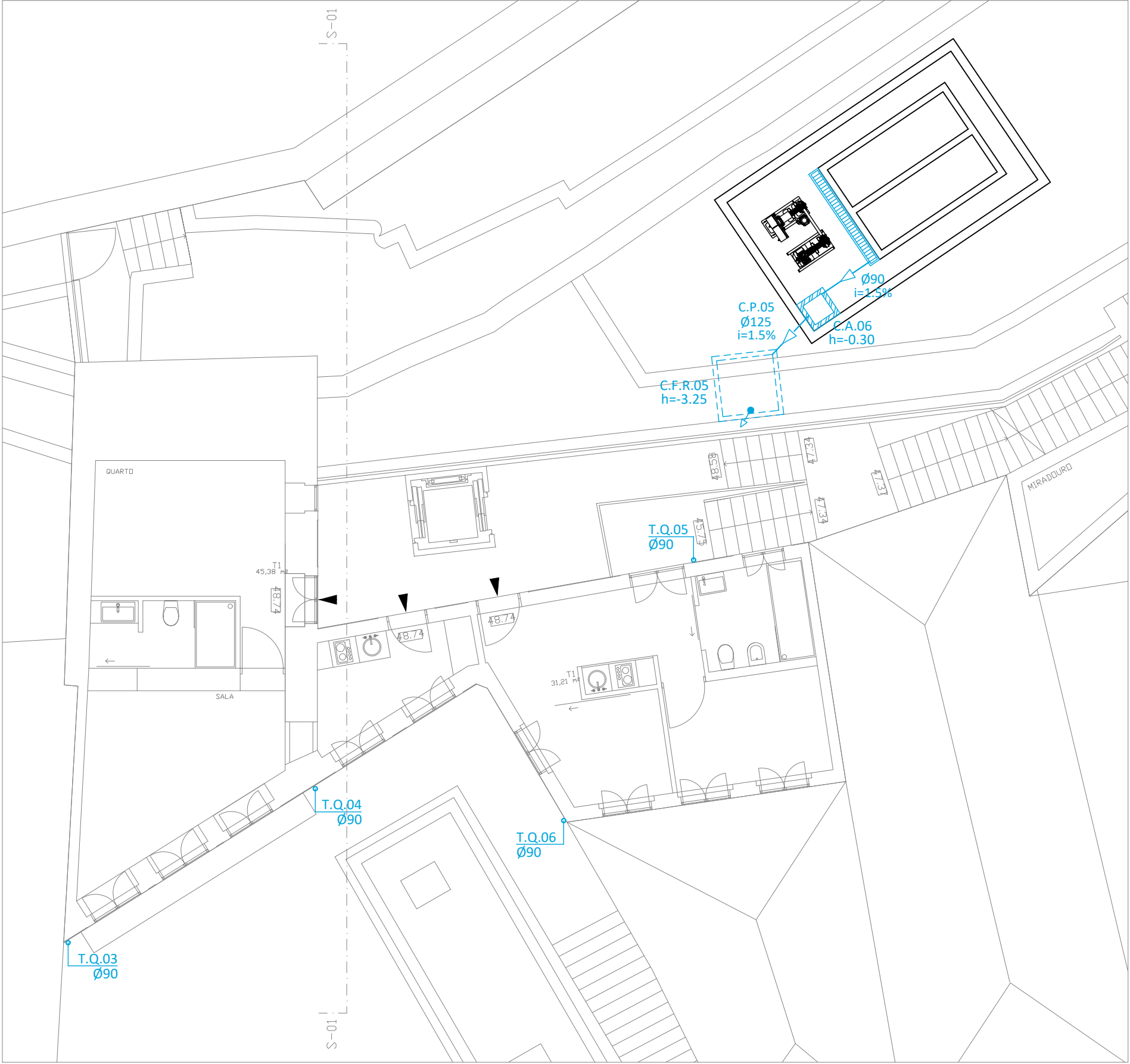
Especialidade  
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Sub-especialidade  
REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

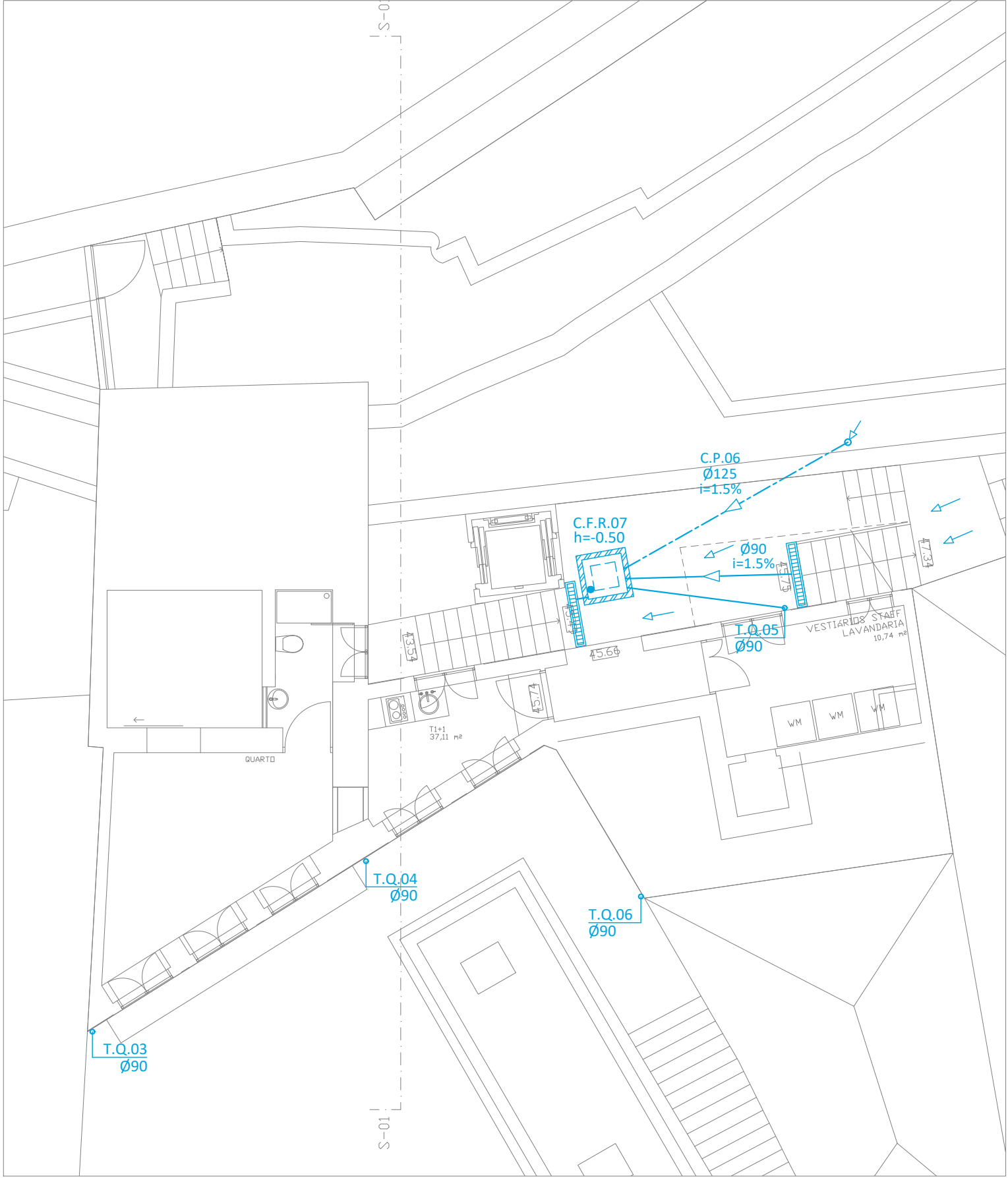
Título do desenho  
PLANTAS: COBERTURA, PISO 5, PISO 4, PISO 3

Escala  
1:100

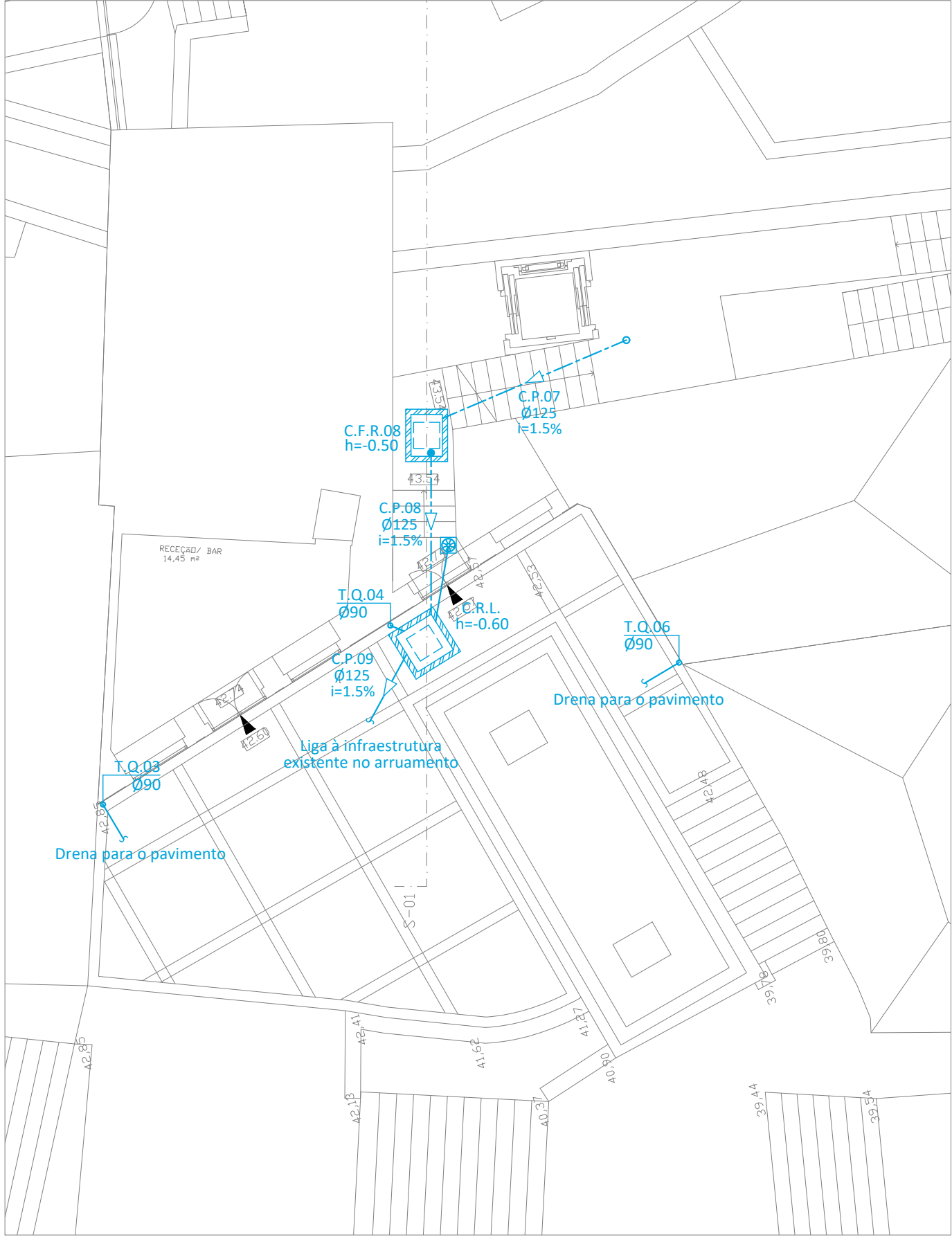




Planta do Piso 2  
Escala 1:100



Planta do Piso 1  
Escala 1:100



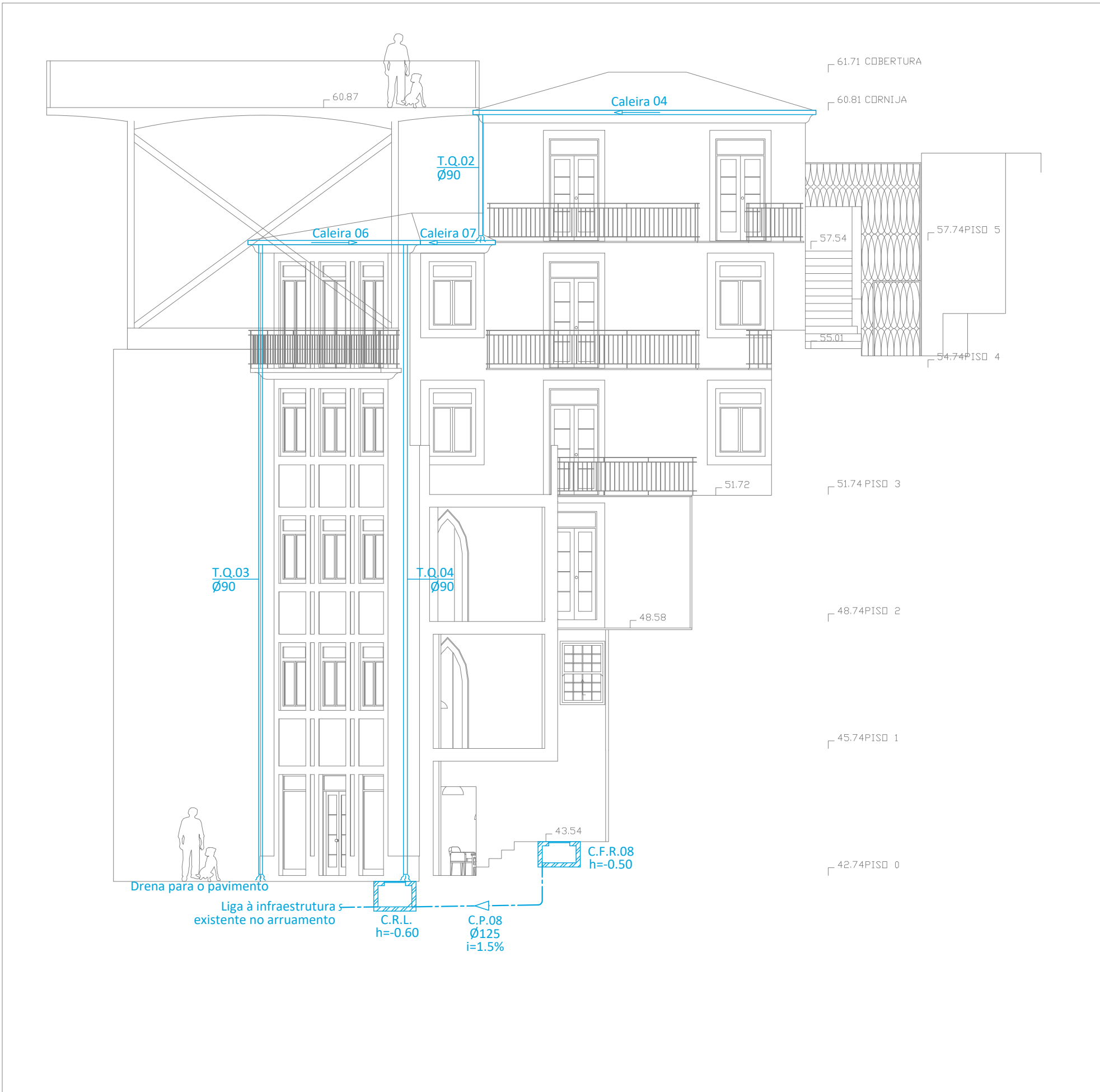
Planta do Piso 0  
Escala 1:100

LEGENDA :	
	- Tubagem de águas pluviais enterrada
	- Geotextos
	- Tubo de queda de águas pluviais
	- Caixa de areia
	- Caixa de fundo roto
	- Caixa de ramal de ligação
	- Sentido da inclinação das coberturas
	- Sentido de escoamento
	- Ralo de pinha
	- Altura útil das caixas
	- Inclinação da tubagem (0.5% ≤ i ≤ 4%)
	- Sifão de Campanha
	- Vala grelhada

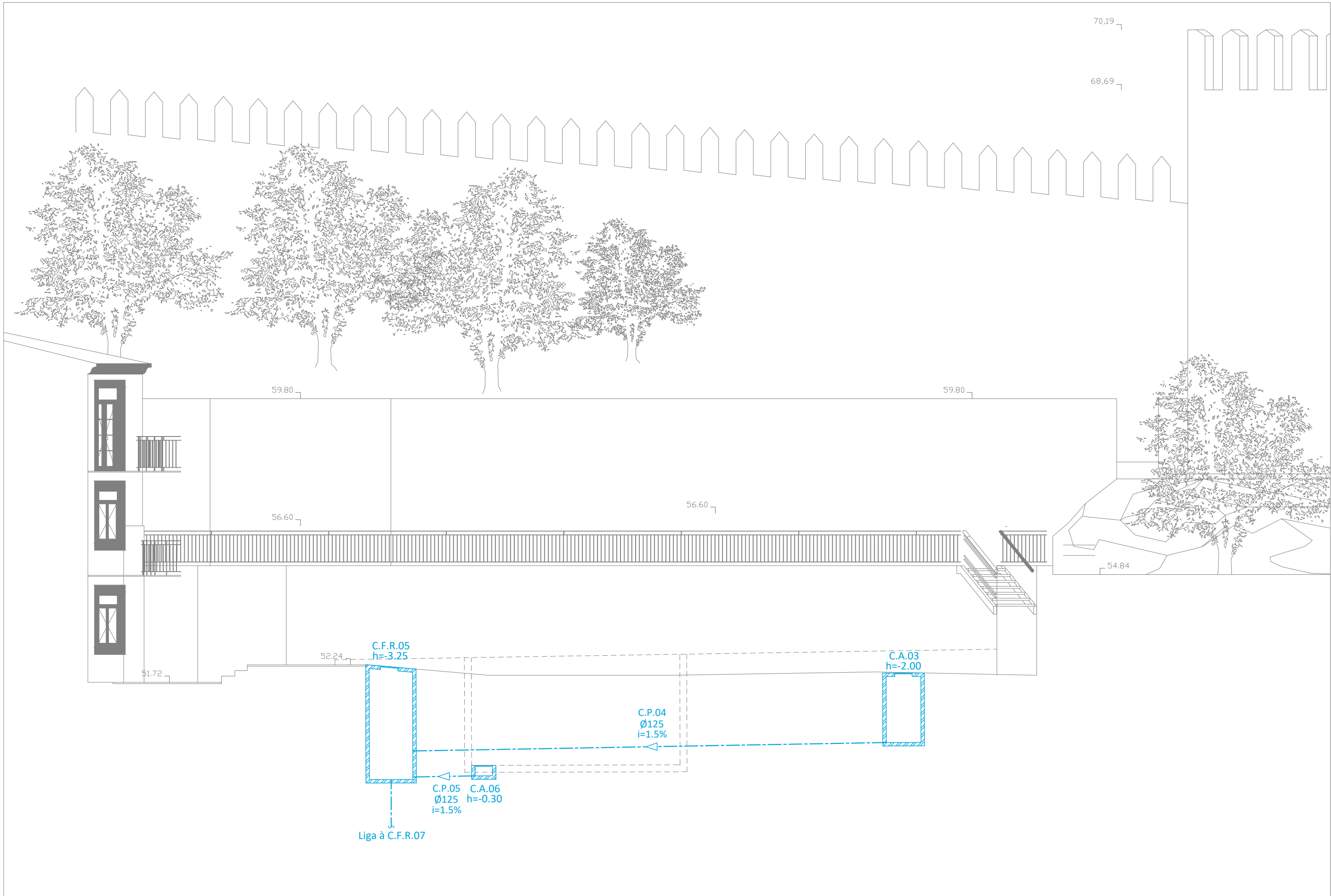
MATERIAL DA TUBAGEM	
- Rede de águas pluviais:	
tubo P.V.C. (PN 0,6 MPa) com junta autoblocante e anilha de estanquidade	
- Tubos de queda: Zinco	
- Caleiras: Zinco	
- Geotexto:	
tubo em P.V.C. corrugado perfurado envolvido em manta geotêxtil	

SECÇÃO INTERIOR DAS CAIXAS DE AREIA	
DIMENSÕES (m x m)	PROFUNDIDADE (m)
0.80 x h	até 1.00
1.00 x 1.00	de 1.00 até 2.50
1.25 x 1.25	superior a 2.50

NOTA 01:	As cotas das caixas devem ser confirmadas em obra.
----------	--



Alçado Longitudinal do Edifício  
Escala 1:100



Alçado Longitudinal do Logradouro  
Escala 1:100

Designação do projeto	REMODELAÇÃO DE EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS TURÍSTICOS
Especialidade	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
Sub-especialidade	REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS
Título do desenho	PLANTAS: PISO 2, PISO 1, PISO 0, ALÇADOS LONGITUDINAIS
Escala	1:100

## Dimensionamento de caleiras circulares

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

Velocidade de escoamento (segundo Manning - Strickler)  $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

Área<sub>Reduzida</sub> = Área<sub>Bacia</sub> \* Coeficiente<sub>Escoamento</sub>

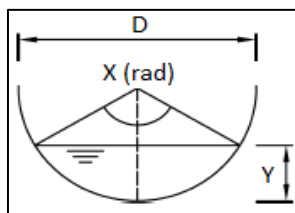
Y/D é determinado segundo a formula de Malafaya - Proença

R - Raio hidráulico

Y - Altura da lâmina líquida

Qo - Caudal para a secção cheia

Área máxima de escoamento = 0,7\*Área de secção transversal



Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,15
Material	ZINCO
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
Coeficiente de Rugosidade - k <sub>s</sub> (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	90,0
Inclinação (%)	0,50

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Diâmetro Nominal (mm)	Qo (l/min)	Caudal Unitário - q	Y/D	Y (mm)	Secção de escoamento (cm <sup>2</sup> )
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada							
caleira 1	4,3			7,6	150	756,0	0,010	0,071	10,6	5,5
caleira 2	21,7			38,0	150	756,0	0,050	0,152	22,8	16,9
caleira 3	4,8			8,3	150	756,0	0,011	0,074	11,1	5,9
caleira 4	18,8			32,9	150	756,0	0,044	0,142	21,3	15,3
caleira 5	35,1			61,3	150	756,0	0,081	0,191	28,7	23,6
caleira 6	7,0			12,2	150	756,0	0,016	0,088	13,3	7,7
caleira 7	30,3			53,1	150	756,0	0,070	0,178	26,8	21,4
caleira 8	19,2			33,6	150	756,0	0,044	0,143	21,5	15,5
caleira 9	6,8			12,0	150	756,0	0,016	0,088	13,2	7,6
caleira 10	19,2			33,6	150	756,0	0,044	0,143	21,5	15,5

## Dimensionamento de tubos de queda

Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

$\text{Área}_{\text{Reduzida}} = \text{Área}_{\text{Bacia}} \cdot \text{Coeficiente}_{\text{Escoamento}}$

Y - Altura da lâmina líquida da caleira

H - Altura da secção transversal da caleira

$$D = \frac{Q - 0,02638 \cdot \beta \cdot Y^{5/2}}{0,02638 \cdot \alpha \cdot Y^{3/2}}$$

Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,20
Material	ZINCO
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
$\beta$	0,350
$\alpha$	0,453

Troço	Área da Bacia (m <sup>2</sup> )			Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Y (mm)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada		ønom. (mm)	øint. (mm)		
T.Q.01	21,7			38,0	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.02	23,6			41,2	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.03	35,1			61,3	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.04	37,3			65,2	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.05	19,2			33,6	90	86,4	63,0	807,2
T.Q.06	19,2			33,6	90	86,4	63,0	807,2

## Dimensionamento de coletores

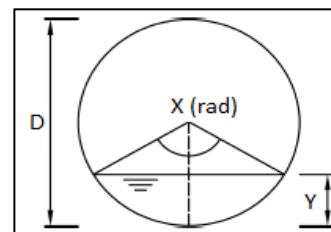
Fórmula racional  $\rightarrow Q = C \cdot I \cdot A$

Velocidade de escoamento (segundo Manning-Strickler)  $\rightarrow U = k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

Área<sub>Reduzida</sub> = Área<sub>Bacia</sub> \* Coeficiente<sub>Escoamento</sub>

R - Raio hidráulico

Altura da lâmina líquida do coletor - Y = D



Áreas Tipo	Coef. Escoamento
Áreas Cobertas	1,00
Áreas Pavimentadas	0,85
Áreas Ajardinadas	0,15
Material	PVC 0,6M
Região Pluviométrica	A
Intensidade - I (l/(min*m <sup>2</sup> ))	1,75
Coeficiente de Rugosidade - k <sub>s</sub> (m <sup>1/3</sup> *s <sup>-1</sup> )	120,0

Troço	Área da Bacia (m²)			Total	Caudal Cálculo (l/min)	Secção		Inclinação (%)	R <sub>Y=D</sub> (m)	Velocidade Efetiva (m/s)	Caudal Efetivo (l/min)
	Coberta	Pavimentada	Ajardinada			ønom. (mm)	øint. (mm)				
C.P.01		35,3	161,5	54,2	94,9	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.02		35,3	250,1	67,5	118,2	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.03		44,2	100,5	52,6	92,1	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.04		96,4	350,7	134,5	235,5	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.06		123,7	350,7	157,7	276,0	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.07	19,2	156,0	350,7	204,4	357,7	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.08	19,2	156,0	350,7	204,4	357,7	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9
C.P.09	56,5	163,9	350,7	248,3	434,6	125	120	1,50	0,030	1,42	962,9